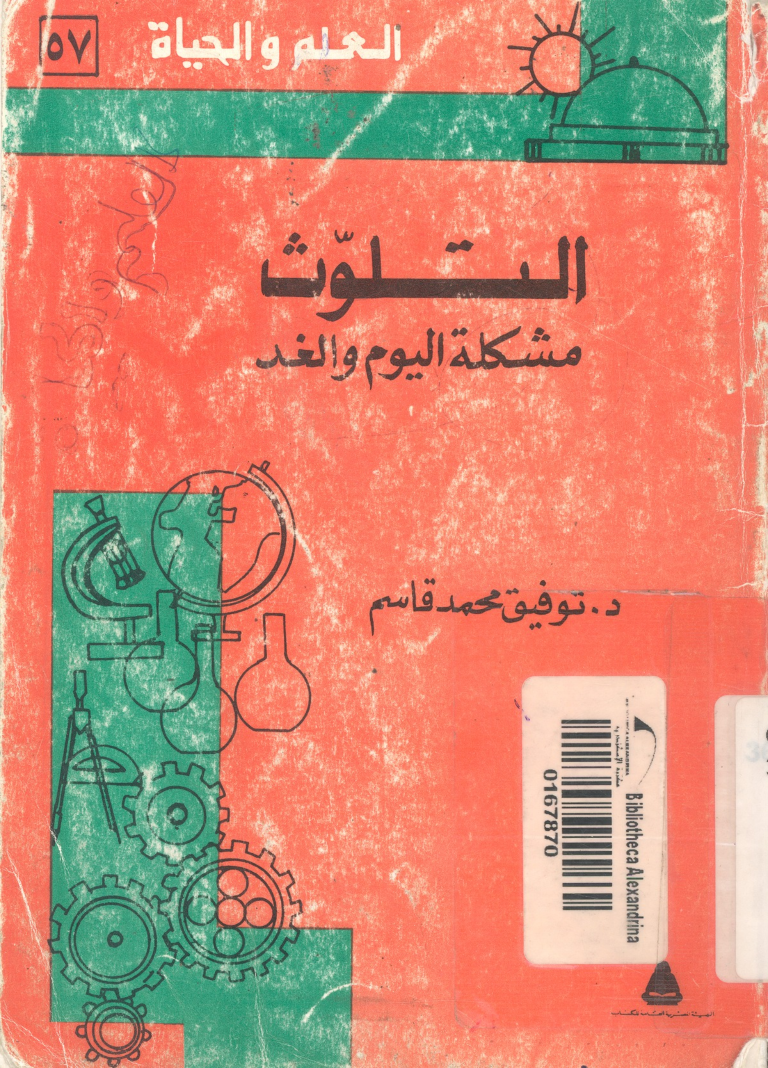


العلم والحياة ٥٧

التلوّث

مشكلة اليوم والغد

د. توفيق محمد قاسم

الهيئة المصرية العامة للكتاب

الجوفي (Underground Water) كما ان جزء من هذه الامطار يذهب الى المجارى المائية مثل الأنهار والبحيرات والتي تعد من المصادر الرئيسية للحصول على الماء وتلوث الماء ينتج عن عـدة مصـادر مختلفـة ومتداخلة مع بعضها وتشمل :

١ ــ التلوث الناتج عن سقوط الأمطار عـلى سطح الأرض حيث تبـدأ المياه فى اذابة الـكثير من الاملاح المعدنية وما قد يكون في التربة من مخصبات زراعيه او مبيدات حشرية وعشبية حيث تحمل معها هـذه المـواد وتلقى بها فى المجارى المائية مثل الأنهار والبحيرات .

٢ ــ التلوث الناتج من مياه الصرف الصناعى والذى ينتج من القاء المصانع لمخلفاتها غير المعالجة فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات والبحار وهذه المخلفات تشمل المواد الكيميائية والتى يعتمد نوعها على طبيعة نشاط المصنع بالاضافة الى القاء هذه المصانع بمخلفاتها من المياه الساخنة والتى ترفع من درجة حرارة المياه التى تلقى بها ونتيجة لذلك تأثر الكائنات المائية كالأسماك وبعض النباتات المائية بهذه الملوثات شديدة الخطورة .

٣ ــ التلوث النـاتج عن ميـاه الصرف الـزراعى والذى ينتج عن الاستخدام المكثف لكافة أنواع المخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية والعشبية بأنواعها المختلفة وهذه المواد لها أثار سمية هائلة على الانسان والحيوان .

٤ ـ التلوث الناتج عن مياه الصرف الصحى والذى ينتج من احتواء هذه المياه على كميات كبيرة من المنظفات الصناعية نتيجة استخدامها فى أغراض التنظيف المختلفة ، اضافة الى احتوائها على أنواع كثيرة من البكتريا والفيروسات والتى تسبب الكثير من الأمراض والتى أهمها الكوليرا (Cholera) والتيفود (Typhoid) والتهاب الكبد الوبائى (Hepatitis) والدوسنتاريا (Dysentery) .

وعند القاء هذه المياه الملوثة دون معالجه اوتيه لها فى المصادر المائية كالأنهار والبحيرات يحدث تلوث شديد لهذه المياه وتصبح مياه تلك المصادر المائية غير صالح للاستهلاك الآدمى أو لأعمال الرى للمحاصيل الزراعية بالاضافة الى تأثر الكائنات المائية مثل الأسماك بهذا التلوث والملاحظ أن التلوث غير قاصر على الانهار والبحيرات العذبة فقط بل امتد أيضا الى مياه البحار والمحيطات خاصة حول المناطق الصناعية المقامة على شواطىء البحار كذلك حول الموانىء الكبيرة التى تتكدس بها مختلف أنواع السفن والناقلات كذلك لا يقتصر تلوث البحار على المناطق الساحلية فقط والقريبة من المدن والموانىء أو المناطق الصناعية بل امتد التلوث الى مناطق بعيدة عن شواطىء البحار حيث ظهر فى وسط مياه المحيطات .

والآن سوف نستعرض أهم المواد المسببة لتلوث الماء الا وهى المواد الكيميائية حيث ظهرت آثار هذا

التلوث نتيجة للتقدم العلمى والصناعى فى كافة المجالات وخاصة الصناعات الكيميائيـة واسـتخدام الاسـاليب التكنولوجية الحديثة فى تلك الصناعات ، ويعتبر القاء المخلفات الصـناعية في المجـارى المائيـة من الاخطار الحقيقية والتي تؤثر على كافة عناصر البيئة لأن اغلب هذه المخلفات ذات تأثير سام وشديدة الثبات ولا تتحلل تحت الظروف الطبيعية حيث يبقى آثرها طـويلا فى المجارى المائية ، وقد وجد آن بعض هذه المواد تستهلك مقدارا كبيرا من الاكسوجين الذائب في الماء الأمر الذى يضر كثيرا بالكائنات الحيـة التى تعيش فى الميـاه ـ وتتنوع المواد الكيميائية التى تلوث المياه طبقا لتركيبها الكيميائى ودرجة سميتها وثباتهـا النسبى ـ وسـوف نعرض لأهم هذه المواد وأكثرها انتشارا فى حياتنـا العملية فى السطور التالية :

١ ـ المنظفات الصناعية : (Synthetic Detergents)

كثر استخدام المنظفات الصناعية سواء فى الاستخدام المنزلى أو الصناعى آو فى المجالات الزراعية والهندسية بعد الحرب العالمية الثانية لما لها من خـواص سـطحية (تنظيفية) تفوق الصابون وملائمتها لكافة انواع المياه مثل الماء العسر (Hard Water) اضافة الى ذلك فان هذه المنظفات لا تدخل الزيوت النباتية آو الدهون الحيوانية المستخدمة فى صناعة الصابون فى تركيبها الأمر الذى يوفر الزيوت والدهون المستخدمة فى صناعة الصابون

لأغراض التغذية حيث آن هذه المنظفات تحضر من مواد بترولية وبالتالى فهى تعتبر احدى المواد البتروكيميائية الهامة •

ومن المفيد آن نذكر هنا ان هناك آربعة أنواع رئيسية للمنظفات الصناعية والتى تشتمل على :

١ ـ منظفات أنيونية : (Anionic Detergents)

ويشمل هذا النوع الصابون العادى (Soap) والذى يحضر بتصبن الزيت أو الدهن بالصودا الكاوية • كذلك مواد كبريتات الالكيل (Alkyl Sulphate) وسلفونات الالكيل (Alkyl Sulphonates) بالاضافة الى سلفونات الكيل الاريل (Alkylaryl Sulphonates) • وهذا النوع من المنظفات يكثر استخدامه لأغراض الغسيل المنزلى ويبلغ انتاج هذا النوع من المنظفات حوالى ٤٨٪ من الانتاج الكلى للمنظفات •

٢ ـ منظفات كاتيونية : (Cationic Detergents)

ومن آمثلتها الامينات الاليفاتية ذات السلسلة الكربونية الطويلة (Fatty Amines) وآملاح الامونيوم الرباعية (Quaternary Ammonium Salts) . ويستخدم هذا النوع من المنظفات بكثرة فى صناعات النسيج وعمليات الصباغة بالاضافة الى استعماله كمواد مضادة للبكتريا والفطريات

ويمثل انتاج هذا النوع من المنظفات حوالى ١٢٪ من الانتاج الكلى من المنظفات •

٣ ـ منظفا امفوتيرية : (Amphoteric Detergents)

ويتميز هذا النـوع من المنظفات باحتـوائه عـلى مجموعة قاعدية مثل مجموعة الامينو (Amino Group) وآخرى حامضية مثل مجموعة الكربوكسيل (Carboxyl Group) أو مجموعة الكبريتات (Sulphate Group) فى نفس الجزيىء •

وهذا النوع من المنظفات لها استخدامات محدودة كما ان نسبة انتاجها حوالى ٨٪ من المجموع الكلى لانتاج المنظفات •

٤ ـ منظفات غير ايونية : (Non-Ionic Detergents)

يحضر هذا النوع من المنظفـات بتفاعل المركبات المحتوية على هيدروجين نشط مثل الأحماض الدهنيـة والكحولات الدهنيـة والكيـلات الفينولات والامينـات واميدات الأحمـاض والمركبتانات مع اكسيـد الايثلين وتعرف بالايثوكسيلات (Ethoxy Lates) وفى أحيان قليلة يتم تحضير هذا النوع من المنظفات بتفاعل أى من هذه المواد مع آكسيد البروبلين • وهـــذا النــوع من المنظفات يتميز بقلة الرغوة (Low Foam) وتتـوقف الخواص السطحية لهذا النوع من المنظفات على نوع المادة

المتفاعلة مع اكسيد الإيثلين بالاضافة إلى نسبة اكسيد الأيثلين الداخلة في تركيب المنظف وتصل نسبة انتاج هذا النوع من المنظفات حوالى ٣٢٪ من المجموع الكلى لانتاج المنظفات •

وفي الغالب يكثر استخدام أكثر من نوع واحد من المنظف الصناعي في صورة مخاليط (Blends) تحضر بنسب معينة من عدة أنواع مختلفة من المنظفات وذلك لزيادة فعاليتها وكفاءتها •

والأنواع المختلفة من المنظفات الصناعية السابق ذكرها يعرف بالمادة الفعالة (Active Matter) • وفي المنتج النهائي يضاف مواد مالئة (Fillers or Bulders) الى المادة الفعالة وبنسب معينة وهذه المواد تزيد من قدرة المنظفات وخواصها السطحية المختلفة •

والمواد المالئة عبارة عن أملاح غير عضوية تضاف الى المادة الفعالة وذلك لاكسابها خواص معينة وفقا لاستخدامات المنظف ومن أمثلتها كبريتات وكربونات الصوديوم وسليكات وفوسفات الصوديوم كما يستعمل أيضا مادة صوديوم كربوكس ميثيل سليولوز (CMC) لزيادة كفاءة المنظف لاستعمال ما وأحيانا تضاف بعض المواد العطرية لاكتساب المنظف رائحة مستحبة •

والمنظف المتداول في الأسواق يكون على هيئة مساحيق في عبوات مختلفة وأحيانا يكون على هيئة

مجاليل مركزة وذلك وفقا للاستخدامات المختلفة وتتراوح نسبة المادة الفعالة فى المنظف الصناعى من ٢٠ ــ ٢٥٪ ٠

وينتج عن استعمال هذه المنظفات سواء الاستخدام المنزلى (صرف صحى) أو فى الصناعات المختلفة (مخلفات صناعية) مثل صناعة النسيج والصباغة والصناعات المعدنية والدوائية وصناعات مواد التجميل ومواد البناء وفى عمليات استخراج البترول وغيرها الكثير أن تتسرب أحيانا الى مياه الأنهار أو البحيرات حيث تحدث تلوثا شديدا بها يتوقف درجة تأثيره على البيئة على التركيب الكيميائى لهذه المنظفات ٠

ويهمنا أن نذكر فى هذا الصدد نوعين من هذه المنظفات النوع الأول هو القابل للتحلل البيولوجى (Biodegradable Detergents) بواسطة الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms) الموجودة غالبا فى هذه المجارى المائية حيث تتحول الى مواد بسيطة عديمة الضرر وتعرف هذه المنظفات باسم المنظفات اليسرة (Soft Detergents).

أما النوع الثانى فهو غير القابل للتحلل البيولوجى (Non-Biodegradable Detergents) حيث تتميز بثباتها ومقاومتها للتحلل والتفكك وبالتالى فلها آثار ضارة وخطيرة على

البيئة التى توجد بها وهى تعرف باسم المنظفات العسرة . (Hard Detergents)

ومن المعروف علميا أن المنظفات الصناعية المحتويه على سلاسل كربونية مستقيمة (Branched Chains) تتحلل بيولوجيا أسرع من المنظفات المحتوية على سلاسل كربونية متفرعة (Straight Chains) وهذا هام جدا فى حالة استخدام المنظفات الصناعية بكثرة فى الاغراض الصناعية حيث يراد التخلص من الآثار السيئة الناتجة عن حدوث الرغاوى (Foams) الناتجة من استعمال المنظفات .

ومنذ سنوات طالعتنا الصحف فى احدى البلاد الأوربية عن القاء بعض هذه المنظفات فى مياه أحد الأنهار بها حيث تغطى سطح المياه فى هذا النهر ولمسافة عدة كيلو مترات بطبقة سميكة من الرغوة عزلت مياه النهر عن اكسوجين الهواء وبالتالى حدوث نقص شديد فى كمية الاكسجين الذائب فى الماء مما أدى الى هلاك الكثير من الأسماك والكائنات الحية الدقيقة فى هذا النهر .

ومما هو جدير بالذكر أن نذكر أن الضرر الناتج عن التلوث بالمنظفات الصناعية لا يقتصر على نوع المنظف نفسه وتركيبه الكيميائى بل يشمل أيضا نوع

المادة المالئة (Bulders) التى تضاف للمنظفات لزيادة كفاءتها السطحية (Surface Activity) ومن أشهر هذه المواد مركبات الفوسفات والتي تسبب أعظم الأضرار للمجارى المائية التى تلقى بها المياه الملوثة بهذه المنظفات ٠

٢ ـ الأسمدة الزراعية (Fertilizers)

استخدم الانسان منذ وقت بعيد بعض الأسمدة الزراعية لزيادة خصوبة التربة وزيادة انتاجها من المحاصيل الزراعية والتي يعتمد الانسان عليها فى غذائه وكسائه ، ومن أهم هذه الأسمدة مركبات الفوسفات والنترات واليوريا وعند الاسراف فى استخدام هذه الأسمدة فان جزءا كبيرا منها يتبقى فى التربة الزراعية ويكون زائدا عن حاجة النبات وبالتالى فيعد استنزافا للموارد المالية بالاضافة الى تسببه في تلوث التربة ٠

وعندما تروى هذه التربة بالماء فان هذه الأسمدة الزائدة تذوب في مياه الرى وبمرور الوقت تصل هذه الأسمدة الى المياه الجوفية فى باطن الأرض الأمر الذى يؤدى الى تلوث هذه المياه وأيضا عندما تسقط الامطار فانها تحمل معها ما يزيد فى التربة من هذه الأسمدة وتشارك هذه الأمطار كلا من مياه الصرف الزراعيـة

والمياه الجوفية فى نقل هذه الأسمدة الى المجارى المائية القريبة للأرض الزراعية مثل الأنهار والبحيرات الأمر الذى يضر بالكثير من الكائنات الحية الموجودة فى هذه الأنهار والبحيرات ٠

ومما يجدر به الاشارة هنا ان مركبات الفوسفات ثابتة حيث تبقى آثارها فى التربة طويلا وكذلك فانها تتصف بأثرها السام فى كل من الانسان والحيوان وفى ذلك كل الخطر اذا آخذت مياه الشرب من مياه جوفية تحتوى على آثار من هذه الأسمدة ، وقد لوحظ أن زيادة نسبة مركبات الفوسفات فى مياه البحيرات انها تسبب فى نمو زائد للطحالب والنباتات المائية الأخرى الأمر الذى يصل بهذه البحيرات الى حالة التشبع الغذائى حيث تتحول بمرور الوقت الى مستنقعات خالية من الاكسوجين وبالتالى تخلو تماما من الأسماك والكائنات المائية الأخرى ٠

وحيث ان أغلب فوسفات الفلزات لا تذوب فى الماء فقد لوحظ أيضا ان الاسراف فى استخدام أسمدة الفوسفات يؤدى الى ترسيب بعض الفلزات النادرة التى توجد بالتربة الزراعية والتى يحتاجها النبات فى نموه وتحويلها الى مواد عديمة الذوبان فى الماء حيث تكون هذه الفلزات النادرة بعيدة تماما عن جذور النباتات ولا تستطيع أن تمتصها من المحاليل الموجودة فى التربة

لعدم ذوبانها وبالتالى يؤدى الى النقص فى نمو النبات ومن أمثلة هذه الفلزات النحاس • ففى احدى الحالات أدى الاسراف فى استخدام أسمدة الفوسفات فى أحد الحقول المنزرعة بالطماطم الى ترسيب الكميات الضئيلة من النحاس الموجودة فى التربة والذى أدى الى أن ثمار الطماطم التى نمت فى هذا الحقل جاءت خالية من الصبغة الحمراء المميزة لها وأصبح لونها مائلا الى الاصفرار •

والنوع الآخر من الأسمدة الزراعية هى المركبات النتروجينية مثل نترات الكالسيوم ونترات الامونيوم واليوريا وهى لازمة لنمو النباتات وقد وجد أن الاسراف فى استخدام النترات يؤدى الى تراكمها فى التربة الزراعية حيث ان النبات لا يستطيع أن يستهلك كل ما يضاف منها •

ومعنى هذا ان الزيادة عن حاجة النباتات من مركبات النترات تنتقل مع مياه الرى وكذلك مع مياه الأمطار الى المياه الجوفية وبعدها تتسرب الى الأنهار والبحيرات والخطورة عندما تكون هذه المجارى المائية مصدرا لمياه الشرب فان قدرا كبيرا من النترات يدخل جسم الانسان مسببة له الكثير من الأضرار ، وقد وجد العلماء أن مركبات النترات تتجمع فى أنسجة بعض النباتات وبالتالى تصل هذه النترات الى الانسان عن طريق مياه الشرب أو ما يتغذى به من نباتات وخضروات ولتفسير ذلك بأن النباتات تقوم بامتصاص ايون

النترات - NO) من التربة الزراعية ثم تقوم هذه النباتات باستخدام عنصر النتروجين الموجود في ايون النترات في تركيب الكثير من المواد التى تلزم لبناء أجسامها وفى بعض الأحيان يحدث أن تختلف السرعة التى يمتص بها النبات ايون النترات من التربة عن السرعة التى يحول بها النبات هذه النترات الى الأحماض الامينية (Amino Acids) وهى المادة الأولية للمواد البروتينية (Proteins) وبالتالى ينتج عن ذلك وجود فائض من مركبات النترات حيث تتجمع فى بعض أنسجة النبات ، ومن أمثلة هذه النباتات التى تختزن فى أنسجتها نسبة عالية من النترات ، بعض أنواع البقول والجزر والفجل والبنجر والكرنب والكرفس والخس ، وقد لوحظ بالتحاليل الكيميائية الدقيقة أن أنسجة هذه النباتات تحتوى على قدر صغير من ايون النتريت (NO_2) الذى يتكون من اختزال مركبات النترات ، وتصل أيضا النترات الى الانسان عن طريق بعض الأغذية المعلبة واللحوم المملحة والمحفوظة وبعض المشروبات حيث يضاف اليها نتريت الصوديوم (Sodium Nitrite) لحفظها من التحلل والتلف لخواصها المضادة للجراثيم وقد اكتشف العلماء ان ايون النتريت هو الايون السام ، وان مركبات النترات يتحول جزء منها الى ايون النتريت الذى يؤدى الى تسمم الدم .

ومن المعروف أن ايون النترات ثابت الى حد كبير وبالتالى يقل نشاطه الكيميائى بينما ايون النتريت فهو

غير ثابت ويزداد نشاطه الكيميائى الذى يعطى له صفة السمية المميزة له ونتيجة لذلك فان كل النترات التى تدخل جسم الانسان لا تتحول الى نتريت ، بل يتحـول جزء صغير منها اذا ما توافرت الظروف المناسبة لذلك والباقى من النترات يفرزه الجسم عن طـريق الـكلى ، ومما يجدر الاشارة اليه ان تركيز ايون النتريت السام يزداد فى جسم الانسان عن طريق تحول جزء من املاح النترات بواسطة البكتريا الى ايون نتريت او الدخـول مباشرة الى جسم الانسان عن طريق تناول بعض الأغذية المحفوظة والمعلبات كما أوضحنا ذلك من قبل ، وحديثا أجريت عـدة بحـوث لدراسـة التغيرات الكيميائيـة والبيولوجية التى يحدثهـا ايـون النتريت فى جسـم الانسان حيث اتضح أن ايون النتريت يؤثر فى الدم مباشرة ويمنعه من القيام بوظيفته الرئيسية وهى نقل الاكسوجين من الرئتين الى جميع خـلايا الجسم ، ومن المعروف أن الدم يحتوى على كرات دموية بيضاء خاصة بالجهاز المناعى للجسم وأخـرى حمراء والتى تحتـوى على مركب الهيموجلوبين (Haemoglobin) وهذا المركب يحتوى على ذرة حديد فى تركيبه حيث تعتمد القـدرة التى يمتص بها غاز الاكسوجين على الحالة التى تكون عليها ذرة الحديد فعنـدما تكون ذرة الحـديد ثنائيـة التكافؤ (Fe^{++}) فان الهيموجلوبين يعمل بطريقـة طبيعية ويمتص الاكسوجين من الرئتين وينقله الى كافة

خلايا الجسم أما اذا تحولت ذرة الحديد الى ذرة حديد ثلاثية التكافؤ (Fe^{+++}) فا نالهيموجلوبين يفقد قدرته على نقل الاكسوجين ولا يقوم بوظيفته الطبيعية ٠

ويطلق طبيا على هذه الحالة بتسمم الدم والتى قد تؤدى الى موت الخلايا ويموت معها الكائن الحى ويطلق على الهيموجلوبين الذى يحتوى على ذرة الحديد ثلاثية التكافؤ أسم ميثيموجلوبين (Methemoglobin) وهذا النوع يوجد فى دم الانسان السليم بنسبة ضئيلة تصل الى ٨ر٠٪ ويعتقد أن ايون النتريت يقوم باعاقة عمل بعض الانزيمات التى تختزل الحديد من حالة ثلاثية التكافؤ الى حالة ثنائية التكافؤ ٠ وتظهر أعراض تسمم الدم عندما يبلغ نسبة المثيموجلوبين حوالى ١٠٪ من وزن الهيموجلوبين ، وعندما تصل النسبة الى ٢٠٪ يحدث بعض الاضطرابات فى التنفس وفى النبض وعندما تصل الى حوالى ٧٠٪ تحدث الوفاة فى الحال وفى حالات التسمم الخفيفة يمكن علاج المريض باعطائه جرعة كبيرة من فيتامين ج (Vitamen C) فى الوريد مباشرة الذى يساعد على اختزال المثيموجلوبين وتحويله الى الهيموجلوبين ٠

ويعتقد بعض العلماء بأن ايون النتريت يتفاعل مع الامينات (Amines) الموجودة فى أجسام الكائنات

الحيـة ومنهـا الانسـان ليعطى مركبـات النتروزامين (Nitrosamines) وهى مركبات شـديدة السمية ووجودها فى جسم الانسان يمثل خطـورة كبيرة حيث تتسبب فى حدوث الأورام فى كل من المرىء والمعـدة والبنكرياس والكبد بصفة خاصة وكذلك الرئتين .

ويجدر الاشارة بأن مركبات النتروزامين لا تتكون فى الجسم فقط ولكنها قد توجد فى بعض أنواع الأغذية المحفوظة والمعلبة والتى تضاف اليها مركبات النترات والنتريت بالاضافة الى وجودها أيضا فى بعض أنواع الجبن والمشروبات .

وهكذا يتضح لنا من السياق السابق انه من الأهمية بمكان أن يكون هناك نوعا من الاحتياط والترشيد فى استخدام أى نوع من هذه الأسمدة الكيمائية مع مراعاة ما يحتـاجه النبات منهـا دون اسراف حتى لا يتسبب الزائد منها فى الأضرار بعناصر البيئة المحيطة بهـذه التربة ، بالاضافة الى العنـاية الشديدة بمياه الشرب علاوة على عدم الاسراف فى تناول الأطعمـة المحفوظة والمعلبة .

٣ ـ مبيدات الآفات (Pesticides)

المبيدات اصطلاح يطلق عـلى كل مادة كيميائيـة تستعمل لمقاومة الآفات الحشرية أو الفطرية أو العشبية وأية آفة أخرى تلتهم المزروعات اللازمة للانسـان فى

غذائه وكسائه وتنقسم المبيدات الى ثلاثة مجموعات رئيسية تشمل المبيدات الحشرية (Insecticides) والمبيدات الفطرية (Fungicides) والمبيدات العشبية (Herbicides) كما تشمل أيضا مبيدات القوارض (Rodenticides) ومبيدات الديدان (Nematicides) وغيرها من أنواع المبيدات

وفى البداية استخدم الانسان بعض المواد المحضرة من النباتات الطبيعية لمقاومة الآفات مثل مادة النيكوتين (Nicotine) المحضرة من نبات التبغ (Tobacco) ومادة الروتينون (Rotenone) المحضرة من جذور نبات الدريس وهذه المواد مازالت تستخدم على نطاق محدود حيث تعتبر وفقا لهذا الاستعمال من مبيدات الآفات الآمنة فى استخدامها (Safe Pesticides) كذلك استخدم الانسان بعض الكيماويات غير العضوية مثل مادة كبريتات النحاس وبعض المركبات الأخرى والمحتوية على عناصر الزئبق والرصاص والزنك والكبريت وأخيرا عرف الانسان المبيدات العضوية التخليقية ذات الفاعلية الكبرى فى مقاومة الآفات حيث حضر أولا المبيدات الحشرية ثم تبعها المبيدات العشبية وأخيرا حضرت المبيدات الفطرية وغيرها من المبيدات ٠

والتلوث البيئى بمبيدات الآفات العضوية ظاهرة حديثة عرفها الانسان مع نهاية الحرب العالمية الثانية حيث أدى الاسراف فى استعمالها الى تلوث التربة

الزراعية حيث يتبقى جزء كبير من هـذه المبيدات فى الأرض الزراعية ويبقى آثرها مدة طويلة قد تصل الى عدة سنوات ٠

وتحمل ميـاه الامطار هـذه المركبـات من التربة الزراعيه الى المجارى المائيـة حيث تسـبب الكثير من الاضرار للكائنات الحية المائية كما تصيب بالضرر أيضا كلا من الانسان والحيوان ٠

وقد اكتشف العلماء ان النباتات التى تزرع فى التربة والمحتوية على بعض هذه المبيدات تختزنهـا فى آنسجتها حيث تنتقل الى الحيوانات التى تتغذى على هذه النباتات وتظهر فى آلبانها وفى لحومها وتسبب الـكثير من الضرر لمن يتناولون هـذه الألبان واللحـوم ، وفى بعض البلدان تستخدم هذه المبيدات عن طريق الرش فى الحقـول بواسـطة الطائرات حيث تلـوث الهـواء بالاضافة الى تلوث التربة ٠

وقد وجد ان بعض المبيـدات الحشرية والعشـبية تتسبب فى قتل الكثير من الكائنات الدقيقة التى تعيش فى الماء حيث ان هذه الكائنات لها دور هام فى حفظ التوازن الطبيعى للبيئة حيث تساهم فى حفظ الماء من عوامل التلوث لأنها تسـاعد عـلى الحفاظ على نسـبة الاكسوجين الذائب فى الماء ، وتتسبب كذلك المبيدات

الحشرية فى قتل الكثير من الكائنات الحية عن طـريق ما يعرف بسلسلة الغذاء (Food Chain) ولشرح هـذه السلسلة نقول بأنه اذا التهمت حشرة صـغيرة احـدى وريقات نبات ملوث بمبيد حشرى ثم تأتى حشرة أكبر فتلتهم بعضا من الحشرات الصغيرة ثم يأتى طائر صغير فيأكل عدد كبيرا من هذه الحشرات الكبيرة وفى النهاية يأتى طائـر أكبر ويلتهم بدوره الطائر الصـغير ومن الخطـوات المتتالية السـابقة يتركز المبيد الحشرى فى جسم الكائن الحى حيث يبلغ أقصى تركيز فى جسـم الكائن الحى الذى يقع فى نهاية هذه السلسلة الغذائية •

ويؤدى الاسراف فى استخدام هذه المبيدات الحشرية الى فقدان التوازن الطبيعى فى البيئة الموجودة بين الآفات والأعداء الطبيعيين لها ، ومن أمثلة ذلك انتشـار آفات العنكبوت الأحمر ودودة اللوز فى مصر بعـد الاسراف الشديد فى استخدام بعض المبيدات الحشرية والتى أدت الى قتل الأعداء الطبيعيين لهـذه الآفات كذلك نتج عن استعمال تركيزات عالية من أحـد المبيـدات الخاصـة بمقاومة دودة ورق القطن أن أصيب بالتسمم أعـداد كبيرة من الحيـوانات المتواجـدة فى الحقول وأدى الى موتها • ويصاب كذلك الانسان بالكثير من الأضرار حيث يصاب العمال اللذين يعملون فى مصانع انتاج هـذه المبيدات ببعض أعراض التسمم ان لم تتخذ الاحتياطات اللازمة لوقايتهم كذلك يتعرض لنفس الخطر العمـال

الزراعيون أثناء القيام برش هذه المبيدات فى الحقول الزراعية بالاضافة الى بعض سكان القرى القريبة من هذه الحقول ٠

وقد لاحظ العلماء بأن الانسان يتأثر بهذه المبيدات بطريقة غير مباشرة حيث يتغذى على النباتات والحيوانات لحومها وألبانها وبالتالى يصل اليه عن طريق السلسلة الغذائية ما يختزن من المبيدات فى أنسجة هذه النباتات والحيوانات وأيضا بعض منتجاتها الملوثة مثل البيض واللبن ومنتجاته كالزبدة والجبن والقشدة ٠

وقد أدى الاسراف الشديد فى استعمال المبيدات الى وجود آثار منها فى كل مكان سواء فى الهواء أو فى الماء أو فى التربة وأيضا فى أجسام الكثير من الكائنات الحية ٠

وقد وجد العلماء ان استخدام نوع جديد من المبيدات لأول مرة ان الغالبية العظمى من الحشرات تتأثر به وتهلك بينما قلة منها تقاوم المبيد ولا تتأثر به وهكذا بتوالد الأجيال لهذه الحشرات تكتسب مناعة ضد هذا النوع من المبيدات وبسبب هذا السلوك الطبيعى يعمل علماء الكيمياء على انتاج أنواع جديدة من المبيدات أكثر فعالية فى مقاومة الحشرات وذلك بالاضافة الى استخدام مخاليط بنسب معينة تحتوى على

أكثر من نوع من المبيدات لمقاومة الآفات الضــارة فى محاولة للتغلب على هذا السلوك الطبيعي لهذه الحشرات واكتسابهم المناعة ضد هذا النوع من المبيدات ونلاحظ ان هذه الطريقة قد تزيد من فعالية المقاومة ضد هذه الآفات الا انها فى النهاية تزيد من كمية التلوث البيئى الناتج من إستخدام أكثر من نوع من المبيدات ·

ومن الخطورة بمكان ان هناك الكثيرين من الناس يسرفون فى استعمال هذه المبيدات داخل بيوتهم لمقاومة الحشرات الطائرة والزاحفة بالطرق الخاطئة دون اخذ الاحتياطات اللازمة عند استعمال هذه المبيدات ، فهذه المبيدات شديدة الضرر علىالأطفال وكبار السن والنساء الحوامل لما تسببه من تشوهات للأجنة وقد اتضح كذلك ان لبن ثدى بعض الامهات يحتوى على تركيز طفيف من هذه المبيدات وفى ذلك خطورة شديدة للأطفال الرضع. ومن الأخطار الشديدة التي يسببها التعرض لتركيز عال من هذه المبيدات الاصابة بالاضطرابات فى الوظائف الحيوية لكل من المعدة والكبد والـكلي وبالاضـافة الى فقدان الذاكرة وبعض مظاهر الخمول والتبلد ، ووجد بعض العلماء انها تؤدي الى تدمير العناصر الوراثيـة فى الخلايا بالاضافة الى تشوه الأجنة ·

وقد يتساءل البعض منا : آلا يمكن الاستغناء عن المبيدات الحشرية والفطرية وغيرها من المبيدات الأخرى كلية ؟ وبالتالى نتجنب هذه الأضرار والمخاطر ؟

والجواب : باننا لو امتنعنا عن استخدام هذه المبيدات ولو لفترة قصيرة لأدى ذلك الى انتشار الحشرات وكافة الآفات بصورة هائلة وبالتالى تقضى على الكثير من المحاصيل والمزروعات والتي يعتمد عليها الانسان في غذائه وكسائه ٠ وهناك باستمرار اتجاهان متضادان ٠ الأول هو مطالبة الزراع باستخدام المزيد من المبيدات لمقاومة الآفات بكافة أنواعها والتي تصيب زراعتهم باضرار جسيمة وتسبب لهم الخسائر المادية الفادحة والاتجاه الآخر مخالف له حيث يطالب القائمون بالحفاظ على البيئة بالحد من استخدام هذه المبيدات التى تؤدى بكثرة استخدامها الى التلوث البيئي والى الأضرار بكل من الانسان والحيوان والنبات وقد بذل علماءالبيولوجيا الكثير من الجهد ولم يقفوا مكتوفى الأيدى أمام هذه الأضرار حيث تمكن فريق منهم من استخدامالمواد الجاذبة للجنس التى تطلقها اناث الحشرات حيث تجذب ذكور هذه الحشرات من كل مكان وبالتالى يمكن تجميع هذه الذكور فى مكان واحد ومحدد والقضاء عليها بمبيد حشرى مناسب دفعة واحدة وواضح ان هذه الطريقة تقلل من أخطار هذه المبيدات بالاضافة الى أن المواد الجاذبة للجنس لأحد الأنواع يجذب فقط ذكور هذا النوع بينما لا يتأثر به ذكور الحشرات الأخرى أى انها مواد نوعية فى تأثيرها (Specific) وبالتالى يمكن

القضاء على نوع ما مطلوب من الحشرات الضـارة دون المساس بحشرات أخرى قد تكون نافعة للانسان .

ولا يسعنا هنا أن نذكر فى هـذا الصدد الاتجـاه العالمى الحديث للبحوث الخاصة بمقاومة الآفات حيث اتجه العلماء مؤخرا الى ما يعرف بالمقاومة البيولوجيـة للآفات حيث تستخدم عدة أنواع مختلفة من البـكتريا والفطريات والفيروسات وبعض الكائنات الأولية والتى يمكنها من الاعاشة على الحشرات الضارة وابادتها كذلك الاستفادة من منجزات العلوم الحديثـة مثـل الهندسـة الوراثية (Genetic Engneering) وغيرها ونتيجة لذلك فان معركة الانسان الأزلية ضد الآفات الضـارة بكافة أنواعها ستكون فى صـالحه مع الاقلال بطريقـة فعالة من استخدام مبيدات الآفات الضارة لكل الكائنات الحية من انسان وحيوان ونبات .

٤ ـ الفلزات الثقيلة : (Heavy Metals)

يعتبر تلوث الميـاه بالفلزات الثقيلة ذات التأثير السام مثل الزئبق والرصاص والكادميوم من المشكلات الهامة التى تضر بكافة الأحياء المائية الموجودة فى هذه المياه حيث لوحظ أن بعض المصانع الخاصة باستخلاص الفلزات واستخدامها لطرق التحليل الكهربى (Electrolysis) وتوجد فى خلاياها الكهربائية أقطاب تحتـوى عـلى

الزئبق تحتوى مخلفاتها من مياه الصرف على كمية ضئيلة من الزئبق الأمر الذى ينطوى على الكثير من الأخطار عند تسرب هذه المياه الى الأنهار والبحيرات المجاورة ٠

كذلك ينتج التلوث بالزئبق بسبب المصانع المنتجة لغاز الكلور حيث يستخدم أيضا الزئبق فى خلايا التحليل الكهربى لمحلول ملح الطعام للحصول على الكلور والصودا الكاوية فينتج عن ذلك تلوث جوى بأبخرة الزئبق سرعان ما تنتشر فى الأماكن المجاورة لهذه المصانع ٠

وقد اكتشف العلماء من التحاليل الدقيقة التى أجريت على مياه الأنهار والبحيرات الملوثة ان فلز الزئبق يتركز فى المواد العالقة وبعض النباتات الطافية مثل نبات ورد النيل والتى يكثر تواجدها فى الأنهار والبحيرات ونظرا لأن الأسماك التى تعيش فى هذه الأنهار والبحيرات تتغذى دائما على هذه المواد العالقة والنباتات الطافية فان فلز الزئبق يدخل أجسامها بنسبة عالية مع هذا الغذاء وبالتالى فهناك خطر كبير على صحة الأفراد الذين يأكلون هذه الأسماك الملوثة حيث يتراكم الزئبق فى أجسامهم لتناولهم لهذه الأسماك الأمر الذى يضر بصحتهم وقد يؤدى بحياتهم نتيجة للتسمم بالزئبق ومن أعراض التسمم بالزئبق الاحساس بالصداع

وبالدوار والشعور بالتعب والارهاق وهذا فى حالات التسمم الخفيفة بينما يسبب تلف الكلى وحدوث اضطرابات شديدة فى الجهاز الهضمى فى حالات التسمم الشديدة .

وقد أوصت هيئة الصحة العالمية بأنه يجب ألا يزيد الحد الأقصى لكمية الزئبق التى تدخل جسم الانسان عن ٣ر٠ مليجرام فى الأسبوع الواحد ومن هنا نلاحظ انه من الخطورة بمكان سهولة تجاوز الفرد لهذا الحد الأقصى من الزئبق اذا ما تناول كيلو جراما أو أكثر من الأسماك الملوثة بالزئبق فى خلال أسبوع واحد وقد حذر علماء البيئة فى البلدان التى بها هذه الانهار والبحيرات الملوثة بالزئبق حكوماتهم لمنع صيد الأسماك من هذه الأنهار والبحيرات حرصا على حياة المواطنين فى هذه البلاد .

ويعتبر عنصر الرصاص من العناصر الرئيسية التى تسبب التلوث البيئى . وأكثر مصادر التلوث بالرصاص هو وجوده فى عادم السيارات حيث تضاف مادة رابع ايثيل الرصاص الى الجازولين لزيادة رقم الأوكتان له ويؤدى التلوث بالرصاص الى الشعور بالضعف العام والانيميا واصابة الجهاز العصبى والكلى بأضرار جسيمة بالاضافة الى التأثير السيىء على الأطفال واصابتهم بالتخلف العقلى كذلك فالتلوث بالرصاص تراكمى

(Cumulative) حيث تزداد نسبته بالجسم تدريجيا كما وجد انه يمكن احلاله بدلا من الكالسيوم فى العظام ٠

وقد حددت الأوساط الطبية الحد الأقصى المسموح به لتركيز الرصاص في الدم بما لا يتجاوز ٤ر٠٪ جزء في المليون للكبار وللأطفال الصغار بمالا يتجاوز ٣ر٠٪ جزء في المليون وليس الزئبق والرصاص فقط هما المسببان فى هذا التلوث فهناك فلزات ثقيلة أخرى مثل الكادميوم والزرنيخ لها نفس الآثار الضارة عندما توجد فى مياه الأنهار والبحار وتركيزها فى أجسام الأسماك وغيرها من الكائنات المائية حيث يتسبب الكادميوم فى الأضرار بالكبد وعدم آدائه لوظائفه المتعددة داخل الجسم بالاضافة الى تسببه فى ارتفاع ضغط الدم ، أما الزرنيخ فانه يؤدى الى اصابة جسم الانسان بالتسمم العام واصابته بأضرار قاتلة ٠

التلوث بمياه الصرف الصحى :

تنشأ ميـاه الصرف الصحى نتيجة الاسـتخدامات المختلفة للمياه مثل الاستعمال المنزلى فى عمليات اعداد الطعام والاستحمام وعمليات الغسيل واستخدام دورات المياه كذلك تضاف الى مياه الصرف الصحى مياه الأمطار وغيرها من الاستخدامات المختلفة للمياه داخل المدن ٠

وتحتوى مياه الصرف الصحى عـلى مواد عضـوية تشمل المخلفات الآدمية والصـابون والمنظفـات ومواد دهنية وزيتية وشحومات ومواد غذائية ومخلفات ورقية وأخرى غير عضوية مثل الرمال والطين والامونيا وأملاح الامونيوم والاملاح المعدنية وخاصة أملاح الفوسـفات والنترات وهذه المواد توجد معلقة أو ذائبة فى الميـاه بالاضـافة الى الكائنـات الحية الدقيقة مثل البـكتريا والفيروسات وهذه المياه تتميز باللون الرمادى الداكن والرائحة الكريهة الناتجة من تحلل المواد العضوية بفعل البكتريا اللاهوائية التى تحتويها هذه المياه ٠

ويتم التخلص من مياه الصرف الصحى بالقائها في المجارى المائية كالأنهار والبحيرات حيث تتسبب في الكثير من الأضرار لكافة الكائنات المائية بها وتجعل مياه هذه الأنهار والبحيرات غير صالحة للشرب وذلك بسبب ما تحتويه مياه الصرف الصحى من مواد ضارة عالقة أو ذائبة بها ·

والتلوث البيئى الناتج من مياه الصرف الصحى قد يحدث كذلك عند القاء هذه المياه في البحار حيث يوجد الكثير من المدن والتى تقع على شواطىء هذه البحار تلقى بمياه الصرف الصحى في هذه البحار ·

ويتوقف مقدار تلوث المجارى المائية كالأنهار والبحيرات بمياه الصرف الصحى التى تلقى بها على عدة عوامل مختلفة أهمها :

كمية مياه الصرف الصحى الملقاه وما تحتويه من شوائب وفضلات واتساع النهر أو البحيرة وسرعة سريان المياه داخل المجرى المائى وكمية الاكسوجين الذائب في مياه الأنهار والبحيرات اضافة الى نوع البكتريا ونشاطها في تحليل الفضلات التى تحتويها هذه المياه ·

وقد وجد أن التخلص من مياه الصرف الصحى في الأنهار أو البحيرات بطريقة غير مدروسة يؤدى الى

تغيرات كثيرة لمياهها ومن هذه التغيرات ان الاكسوجين الذائب فى الماء يستهلك معظمه فى العمليات التحللية مثل التحلل بالبكتريا الهوائية للمواد العضوية التى تحتويها مياه الصرف الصحي فاذا ما أضيفت كميات أخرى من مخلفات الصرف الصحي فانها لن تجد الاكسوجين الكافى واللازم لعملية تحللها وبالتالى التخلص منها ونتيجة لذلك فانها تبقى كما هى وتبدأ عمليات التلوث البيئى حيث تصبح مياه تلك المصادر الطبيعية للمياه غير صالحة للاستهلاك الآدمى أو لأعمال الرى للاراضى الزراعية بالاضافة الى تأثر الكائنات المائية مثل الأسماك بهذا التلوث ٠

ويجب أن نذكرها فى هذا الصدد بأن القاء مياه الصرف الصحى بكميات كبيرة وبصورة مستمرة فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات يؤدى الى قله فاعلية العناصر الطبيعية فى تحليلها للمخلفات وبالتالى الاقلال من أضرارها ٠

والعناصر الطبيعية تشمل البكتريا بأنواعها المختلفة والاكسوجين الذائب فى الماء وضوء الشمس بالاضافة الى الكائنات المائية الدقيقة الأخرى وبمرور الأيام تزداد كمية المخلفات من المواد العضوية ومركبات الفوسفات والنترات والتى تعتبر غذاء هاما لنمو

النباتات حيث تتكاثر بشكل كبير كذلك تنتشر الطحالب الخضراء التى تغطى سطح هذه الانهار والبحيرات بطبقة لزجة خضراء ومن جهة اخرى تقل كميــة الاكســوجين الذائبة فى مياه هذه المجارى المائية مما يؤدى الى ذبول النباتات وموت الكائنات المائية كالأسماك ونتيجة لتحلل هذه الكائنات المائية تتحول هذه الأنهار والبحيرات الى مستنقعات راكدة تساعد على انتشار التلوث البيئى فى الأماكن المجــاورة لهــا وتحول الأنهــار والبحيرات الى مستنقعات راكدة ظاهرة تعرف بالتشبع الغذائى . (Eutrophication)

وللتخلص من ميــاه الصرف الصــحى يجب أولا معالجتها جيدا وذلك بالتخلص مما بها من شوائب معلقة ومواد وأملاح ذائبة وذلك للتقليل من خطورتها عنــد القائها فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات والبحار .

وهناك عدة طرق تستخدم للتخلص من مياه الصرف الصحى فى المدن أولها هو القاء هذه المياه بعد معالجتها فى البحار أو المحيطات وعلى مسافات بعيدة من الشواطىء وأيضا على أعمــاق كبيرة من ســطح هــذه البحــار أو المحيطات وبذلك تعمل العناصر الطبيعية كاكســوجين الهواء وأشعة الشمس على التخلص من المكونات العضوية لهذه المياه وتخفيف ما بها من أملاح وخاصة الفوسفات والنترات .

والطريقة الأخرى تتضمن القاء مياه الصرف الصحى بعد معالجتها فى أماكن يحسن اختيارها فى المناطق الصحراوية والبعيدة عن المدن الآهلة بالسكان ويجب عند استخدام هذه الطريقة أن تكون التربة الصحراوية التى تلقى بها هذه المياه ذات مسامية عالية لكى تتسرب منها المياه بسهولة وبالتالى عدم تجمعها على هيئة برك ومستنقعات تزيد من التلوث البيئى فى هذه المناطق ٠

وللتخلص من مياه الصرف الصحى من المنازل استخدام فى البداية نظام البيارات وهى عبارة عن آبار تحفر بجوار المنازل ومغطاه حيث تلقى بها مياه الصرف الصحى ويتم تفريغها عن امتلائها حيث تقوم عربات خاصة بنقلها خارج المدينة الى أماكن خاصة للتخلص منها ٠

وواضح تماما أن التخلص من مياه الصرف الصحى بهذه الطريقة يساعد كثيرا على زيادة التلوث البيئى سواء فى أماكن هذه البيارات أو فى أماكن التخلص من هذه المياه وحديثا استخدم نظام شبكات الصرف الصحى داخل المدن حيث تقوم بنقل مياه الصرف الصحى من المنازل وتوصيلها الى أماكن خاصة لمعالجتها بعدة طرق خاصة تختلف وفقا لدرجة تلوث هذه المياه حيث يتم التخلص من معظم الشوائب العالقة والمواد الكيميائية والمكونات البيولوجية الموجودة بهذه المياه والتى لها أشد الضرر على الصحة العامة للانسان وبعد هذه المعالجة

تلقى هذه المياه أما فى المجارى المائية كالأنهار والبحيرات والبحار أو فى الأماكن الصحراوية البعيدة عن العمران .

ويجب الاشارة هنا فى هذا الصدد الى نوع آخر من المياه يجب التخلص منه وهو مياه الصرف الصناعى حيث تساهم كثير من المصانع وخاصة الكيماوية منها فى تكوين هذه المياه والتى تسبب الكثير من الأضرار اذا ما ألقيت فى المجارى المائية كالبحيرات والأنهار دون معالجتها بالطرق المناسبة وتتوقف درجة التلوث الناتج من هذه المياه وفقا لنوع الصناعة والمخلفات الناتجة عنها . ومياه الصرف الصناعى تحتوى على العديد من المواد الكيميائية ذات الخواص المتعددة تبعا لنوعها والضارة بالصحة العامة للانسان حيث تتميز بدرجة عالية من السمية فبعض هذه المواد تسبب الحساسية والالتهابات الشديدة بالجلد وبعضها يسبب أمراضا خطيرة وقاتلة كالسرطان وآخرى تسبب تليفا بالكبد واصابة الكلى بالفشل الكلوى وبسبب هذه الأضرار الفادحة التى تصيب الانسان فيلزم على كل مصنع أن يجرى عملية المعالجة لمياه الصرف الصناعى الخاصة به قبل القائها فى المجارى المائية وذلك لعلمه التام بنوعية وكمية المواد الكيميائية الموجودة فى هذه المياه وبالتالى يمكن التخلص منها بسهولة وبأقل تكاليف ممكنة .

التلوث بالمواد البترولية :

يمثل التلوث بالبترول ومخلفاته الكثير من الخطر على كافة الكائنات الحية حيث ان البترول يحتوى فى مكوناته على الكثير من المركبات الكيميائية والتى تختلف فى تركيبها وخواصها فهو يحتوى على المواد الهيدركربونية الاروماتية (Aromatic Hydrocarbons) مثل : البنزين والطولوين وايثيل البنزين والزيلينات كذلك النفتالين والانثراسين والفينانثرين والبيرين والبنزوبيرين ٠

والموادالهيدروكربونيةالاليفاتية (Aromatic Hydrocarbons) بمختلف أنواعها اضافة الى المركبات الكبريتية (Sulphur Compounds) مثل الكبريتيدات والثيوفين والكحولات الكبريتية ، وأيضا المركبات النيتروجينية (Nitrogen Compounds) مثل البيريدين والبيرول والاندول والكينولين علاوة على المركبات الاكسوجينية (Oxygen Compounds) مثل الفينولات والكريزولات والأحماض النافثينية ؛ وأخيرا بعض العناصر الفلزية مثل الحديد والمغنيسوم والنيكل والفانديوم والزرنيخ ٠

والخطر هنا هو وصول هذه المركبات الخطرة الى الكائنات البحرية وخاصة الأسماك حيث تتراكم فى أنسجتها وبالتالى تتسبب فى الكثير من الأضرار الصحية لمن يتناول هذه الأسماك الملوثة فى غذائه ٠

والبترول كما هو معروف ـ مصدر هام وحيوى من مصادر الطاقة بالاضافة الى انه مصدر للعديد من المواد الكيميائية الأساسية فى صناعة الكثير من المنتجات ذات الانتشار الكبير فى كافة مجالات الحياة وتعرف بالمنتجات البتروكيماوية (Petrochemicals) مثل المنظفات الصناعية والبلاستيك والمطاط والألياف الصناعية (التركيبية) والدهانات والمبيدات الحشرية والعشبية وغيرها الكثير من المنتجات الهامة ٠

وموضوع التلوث بالبترول يعد من الظواهر الحديثة نتيجة الاعتماد عليه كما سلفنا كأحد المصادر الحيوية للطاقة ، والمتأمل للكثير من الأماكن المطلة على البحار مثل المدن الساحلية حيث يجده على رمال الشواطىء على صورة مخلفات سوداء الأمر الذى يسبب الكثير من المضايقات والأضرار لرواد هذه الشواطىء كذلك نشاهد أحيانا بقع سوداء طافية فوق مياه البحار والمحيطات حيث تختلط بهذه المياه مسببة أضرارا شديدة لمختلف الكائنات البحرية ٠

ويحدث التلوث بالبترول أثنـاء عمليات الحفـر لاستخراجه من حقول البترول والتي غالبـا ما تكـون بالقرب من البحار وأيضـا داخـل ميـاهها ، اضافة الى الحوادث البحرية والتي تحدث لناقلات البترول أثنـاء عبورها لمياه البحار والمحيطات ، وكذلك كثيرا ما تلقي هذه النـاقلات مخلفاتهـا البترولية أثنـاء سيرها في المحيطات .

ونظرا لأن كثافة البترول الخام أقل من كثافة الماء فانه يطفو فوق سطح مياه البحار أو المحيطات ويكـون سدا مانعا بين أكسوجين الهواء الجوى وسطح المياه فى هذه البحار والمحيطات مما يؤثر تأثيرا سيئا على الكائنات الحية المائية التى تعيش فى هذه المياه .

وكلنا نعلم عن حرب الخليج وما أحدثته من ضرر كبير فى تلوث البيئـة المحيطة ، حيث تسربت كميـات هائلة من البترول الى مياه الخليج مكونة طبقات هائلة منه طافية على سطح ميـاهه مسببة الكثير من الأضرار لكافة الكائنات البحرية من أسماك وطيور اضـافة الى الضرر الشديد لمحطات تحلية المياه الموجودة فى هـذه المنطقة وقد أدت هذه الحرب الى اشتعال النيران بطريقة لم تحدث من قبل فى حقـول آبار البترول الأمر الذى نتج عنه تصاعد كميات هائلة من غازات شديدة الضرر

كأول وثانى اكسيد الكربون بالاضافة الى الغازات الكبريتية والنتروجينية ذات الأثر الحمضى والتى ادت الى الحاق أضرار بالغة لكافة الأحياء من نبات وحيوان وبشر فى هذه المنطقة وأيضا فى البلاد المجاورة • ونتيجة لهذه الكميات الهائلة من الغازات الضارة حدث أن تكونت طبقة عازلة منها بين سطح الأرض وطبقات الجو العليا حيث أدت الى حجب الشمس وما تصدره من أشعة حرارية عن سطح الأرض مؤدية الى انخفاض ملموس فى حرارة سطح المنطقة الأمر الذى أضر كثيرا بسبل الحياة لكافة الكائنات •

ومن الأثار السيئة كذلك لاحتراق البترول فى المنطقة تكوين أبخرة المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والتى بدورها تذهب الى النبات والحيوان وبالتالى ينتقل هذا الضرر الى الانسان عندما يتناول غذائه الملوث بهذه المعادن ذات الأثر الضار عن طريق ما يعرف بسلسلة الغذاء (Food Chain)

وهناك الكثير من الآراء التى تقول بأن آثار هذا التلوث وما سببه من أضرار بعناصر البيئة المحيطة به سيستمر لعدة سنوات مقبلة •

والآن سوف نشرح كيفية حدوث التلوث بالبترول ومخلفاته حيث يحدث بطرق مختلفة سواء أثناء عمليات

استكشاف أو استخراج البترول من الآبار البحرية أو تسربه من بعض خطوط الأنابيب (Pipe Lines) التي تحمل الزيت من أماكن انتاجه الى شواطىء البحار كذلك تسربه من الصهاريج الساحلية خلال عمليات شحن وتفريغ الناقلات ولا ننسى كذلك فى هذا الصددالنفايات والمخلفات البترولية الناتجة من ناقلات البترول وما تحدثه أحيانا من حوادث خلال سيرها فى البحار والمحيطات •

كما أن هناك بعض العمليات الهامة والتى تجرى قبل تقطير البترول الى مشتقاته (Fractional Distillation) كفصل ماء البحر عن الزيت الخام (Crude oil) والقاء هذا الماء والمحتوى عادة على جزء صغير من الزيت الخام فى البحر تساهم أيضا فى حدوث هذا التلوث • فعندما يتسرب زيت البترول ويصل الى مياه البحر كما أسلفنا يبدأ فى الانتشار تدريجيا وفى النهاية يكون طبقة كبيرة تطفو على سطح البحار أو المحيطات حيث ان كثافة الزيت أقل من كثافة الماء وتتوقف مساحتها على حجم الزيت المتسرب • والبترول كما هو معروف يحتوى فى تركيبه على مواد هيدروكربونية متطايرة (Volatile Hydrocarbons) تتوقف نسبتها على نوع وخواص زيت البترول ، حيث تتبخر منه وتحملها الرياح مسببة تلوث أجواء المناطق القريبة من بقعة

الزيت حيث يزداد بزيادة نسبة المــواد المتطــايرة فى الهواء ٠

كذلك فان زيت البترول يختلط بالماء مكونا معــه مستحلبا (Emulsion) يؤدى الى تلوث المياه عــلى اعماق كبيرة في البحار وتتوقف درجة التلوث الناتج عن تصاعد الاجزاء الطيارة وتكوين المستحلبات السابق ذكرها على عدة عوامل منها الخواص الطبيعية للزيت مثل الكثــافة والضغط البخارى ودرجة اللزوجة بالاضافة الىالظروف الطبيعية مثل : درجة الحرارة لكلا من الجو ومياه البحر والمحيطات وكذلك حركة الأمواج وشدة الرياح ٠

ومن الاثار الخطيرة لتلوث المياه بزيت البترول أن تعمل بقعة الزيت البتروليه كمذيب (Solvent) لبعض المــواد التى تلقى في البحــار مثل المبيــدات الحشرية والمنظفات الصناعية وغيرها حيث يؤدى ذلك الى زيادة تركيز هذه المواد فى المنطقة الموجودة بها بقعــة الزيت وبالتالى زيادة التلوث وأيضا فقد ذكرنا فيما سبق أن الزيت يكــون مســتحلبا مع الماء والذى بدوره يقــوم بامتصــاص بعض العنــاصر الثقيلة مثــل الرصــاص والزئبق والكادميوم الموجودة فى مياه البحر وبالتــالى تركيزها فى منطقة التلوث وحدوث أضرار كبيرة لها ٠

وتؤدى المكونات الثقيلة من زيت البترول الى تكوين كتل متفاوتة الحجم ســوداء اللــون وتعرف بالــكرات القارية .. (Tar Balls) حيث تنتج من أكسدة مكونات

البترول الثقيلة بأكسوجين الهــواء الجوى وقد أوجــد التحليل الكيميائى بأن هذه الكرات تتكون من مركبات هيدروكربونية ذات العدد الكبير من ذرات الكربون كما تحتوى على بعض المركبات الكبريتيــة والنتروجينيــة والاكسوجينية وأيضا بعض المركبات الاسفلتية ٠

وهذه الكرات تحملها الأمواج وتيارات المياه لكى تلقيها على شواطىء البحار مسببة لها التلــوث والضرر والبعض الآخر تتحول بمضى الزمن الى رواسب ثقيلة تهبط الى قاع البحار والمحيطات ٠

ومن الأضرار الخطيرة المصاحبة لتلوث المياه بزيت البترول أن يحدث بعض التفاعلات الكيميائية الضوئية (Photochemical Reactions) لطبقــات الــزيت الطافيــة ٠ بفعل أشعة الشمس واكسوجين الهواء وفى وجود بعض الفلزات الثقيلة المتواجدة فى المستحلبات المتــذونة من اختــلاط هــذه البقعة الزيتية بالمــاء وينتج من هــذه التفــاعلات آن تتأكســد المركبــات الهيــدروكربونية الموجودة فى زيت البترول حيث تتكون بعض الشــقوق الحرة النشطة (Free Radicals) والتى تتفاعل مع بعضها منتجة مركبات كيميائية مختلفة فى تركيبها وخواصها حيث أظهــرت التحــاليل الكيميائيــة انها تتــكون من الكحولات والالدهيدات والــكيتونات وبعض المركبــات الاورماتية وهذه المركبات الكيميائية سامة ولها القابلية

للذوبان فى الماء وبالتالى تؤدى إلى الكثير من الأضرار للبيئة البحرية القريبة من هذه البقع الزيتية وتتسبب فى قتل الكثير من الكائنات البحرية كالأسماك وغيرها .

والآن نتساءل : ماذا يمكن عمله للتخلص من بقع الزيت البترولية والتى تتكون بالكيفية السابق ذكرها . بداية نقول ان هناك بعض الأنواع من البكتريا والتى لها القدرة على تحليل جزئيات المركبات الهيدروكربونية وتحويلها الى جزيئات صغيرة تذوب فى الماء وقليلة الضرر للكائنات البحرية ولكن لا يمكن الاعتماد على هذه العملية لأن معدل التحلل بهذه البكتريا بطىء ويلزم له الكثير من الوقت لازالة هذا التلوث وهناك عدة طرق أخرى تستخدم للتخلص من هذه البقع الزيتية ومن أمثلتها احراق طبقة الزيت البترولية الا أن هذه الطريقة أحيانا يصعب استخدامها بسبب ان مياه البحر تبرد الطبقة الزيتية وبالتالى تمنع اشتعالها اضافة ان هذه الطريقة تتسبب فى تلوث الهواء بالأبخرة والغازات الضارة لكافة الكائنات الحية .

ومن الطرق الهامة لازالة البقع الزيتية استخدام المنظفات الصناعية حيث تكون مع طبقة الزيت مستحلبا على درجة عالية من الثبات حيث ينتشر تدريجيا فى مياه البحر ، فيتم بذلك تخفيف تركيز الزيت حيث تستطيع البكتريا أن تقوم بتحلل هذه المخلفات وبالتالى تختفى

بقعة الزيت فى مدة زمنية قصيرة ولكن لا ننسى أيضا آن استخدام هذه المنظفات الصناعية وخاصة عندما تكون بقعة الزيت كبيرة الحجم وبالتالى يلزم لها استخدام كميات ضخمة من هذه المنظفات آن يؤدى ذلك الى زيادة نسبة التلوث الكيميائى لمياه البحر وما يسببه من آثار ضارة وخطرة على حياة الكائنات البحرية التى تعيش بالقرب من منطقة التلوث . ومن الطرق الأخرى لازالة التلوث بالبترول هو رش طبقة الزيت بمواد لها قدرة عالية على التماسك بالزيت وذات كثافة عالية حيث تؤدى الى رسوبه فى قاع البحر .

وأخيرا فانه يوجد طريقة لازالة البقع الزيتية تتلخص فى استعمال بعضا من الحواجز الطافية فوق سطح البحر لمنع انتشار الزيت وحصره فى مكان محدد وبواسطة قوارب خاصة مزودة بمضخات ماصة يتم امتصاص بقعة الزيت وبالتالى التخلص من البقعة الزيتية ، واضح آن هذه الطريقة لا تحدث تلوثا من أى نوع كما انه يمكن استعادة الزيت دون فقده .

وبعد فمن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد مشاكل التلوث فى البحار التى يطل عليها عالمنا العربى .

ونذكر البحر الأبيض المتوسط حيث يرجع التلوث به أنه أحد الممرات المائية الهامة بين الشرق والغرب

حيث تعبره ناقلات البترول القادمة من الخليج العربى شرقا والى الدول الأوروبية غربا ، كذلك يحدث التلوث فى هـذا البحر من تسرب الزيت من خطـوط أنابيب البترول التي تنتهى عند الشواطىء الشرقية لهذا البحر اضافة الى الكثير من الموانىء عـلى شـواطئه الشـمالية والجنوبية • كذلك نذكر البحر الأحمر فهو ممر مائى يزدحم بالناقلات حيث تعبره الى البحر الأبيض المتوسط، وبه بعض المناطق الخاصة بعمليات استكشاف واستخراج البترول وكذلك تكريره وبالتالى تؤدى الى زيادة نسبة التلوث ، وهناك أيضا الخليج العـربى حيث يعتبر من أكثر الممرات المائية تلوثا حيث يوجد حقـول استخراج البترول وأماكن شحن الناقلات ونذكر كذلك ما أحدثته الحرب بين العراق وايران واغراق الكثير من الناقلات مما أدى الى تسرب كميات هائلة من البترول في ميـاه الخليج وأخيرا لا ننسى ما أحدثته حرب الخليج وقد سبق لنا شرحه ، من حدوث تلوث للبيئة هائل فى حجمه طويل المدى فى تأثيره •

التلوث بالمخلفات الصلبة :

نظـرا للتزايد السكانى فى كافة أرجاء العـالم وتبعه بالضرورة زيادة هائلة فى الاسـتهلاك وما ينتج عنه من مخلفات صلبة تختلف فى نوعهـا وحجمها وما يتبعه من تلوث بيئى يضر بصحة الانسان وسلامته لذلك فيلزم التخلص من هذه المخلفات بصورة دائمة ومنتظمة حفاظا على الصحة العامة للأفراد حيث انها تعد بيئـة صالحة لنمو الكثير من البكتيريا والفيروسات بالاضـافة الى الحشرات بمختلف أنواعها وأيضـا القـوارض مما يؤدى الى انتشـار الأمراض البـكتيرية والفيروسـية كالكوليرا والتيفود والتهـاب الكبـد الوبائى والجـرب وغيرها من الأمراض المعدية التى تصيب الانسان .

والمخلفـات الصـلبة تختلف من حيث نوعيتهـا وخواصها ومدى ثباتهـا وتأثرها بالعـوامل الطبيعيـة المختلفة فهى تشمل المخلفات المنزلية مثل بقايا الطعـام والورق وكافة العبوات الفارغة الزجاجيـة والمعدنيـة والبلاستيك وبقايا الملابس المستهلكة وبقايا الأخشـاب

والمواد المعدنية وبقايا الأثاث المستهلك كذلك المخلفات الصناعية الناتجة عن المصانع المختلفة وهياكل السيارات القديمة وبقايا الأجهزة الكهربية المستهلكة بالاضافة الى المخلفات الزراعية النباتية منها مثل حطب القطن وأغلفة الذرة وقشور الأرز والقمح وقلب الأشجار وأيضا مخلفات الحيوانات ٠

وللحفاظ على نظافة البيئة وبالتالى حفظ الصحة العامة للانسان فيجب التخلص من هذه المخلفات الصلبة حيث يوجد عدة طرق مختلفة تختار وفقا لموقع المدينة وحجمها وكثافة السكان بها وأولى هذه الطرق هو نقل هذه المخلفات الى أماكن بعيدة عن العمران حيث تدفن فى حفر خاصة تحت سطح الأرض ٠ وواضح أن هذه الطريقة تؤدى على المدى الطويل الى تلوث المياه الجوفية فى هذه المناطق وخاصة عندما تحتوى هذه المخلفات على نسب عالية من المخلفات الصناعية المحملة بالسموم كذلك يؤدى التحلل اللاهوائى لهذه المخلفات الى تكوين غاز الميثان وتجمعه ما قد يؤدى الى حدوث انفجارات اضافة الى التكاليف الباهظة فى نقلها الى المناطق البعيدة عن العمران ٠

والطريقة الثانية تستخدم فى المدن القريبة من البحار أو المحيطات حيث يتم التخلص من مخلفاتها

الصلبة بالقائها فى مياه هذه البحار أو المحيطات وهذه الطريقة تحدث تلوثا لهذه البحار والمحيطات وبالتالى تسبب أضرارا شديدة للكائنات الحية التى تعيش بها كذلك يشاهد كثيرا من بقايا هذه المخلفات بفعل الرياح والأمواج على شواطىء المدن الساحلية المطلة على هذه البحار أو المحيطات ٠

أما الطريقة الثالثة فهى حرق المخلفات الصلبة وخاصة المواد التى لها قيمة حرارية مناسبة مثل الأوراق والأقمشة البالية ومخلفات الأخشاب فى آفران خاصة حيث يستفاد بالطاقة الحرارية المتولدة من حرق هذه المواد فى أغراض التدفئة أو توليد الكهرباء وتقام هذه الأفران بمواصفات خاصة خارج المدن وبعيدة عن المناطق العمرانية ، وهذه الطريقة ينتج عن استخدامها انطلاق كميات كبيرة من الغازات الضارة والملوثة للبيئة تختلف فى نوعيتها وفقا لنوع المواد المكونة لهذه المخلفات كذلك يوجد الشوائب والجسيمات الدقيقة اضافة الى الرماد الناتج من عمليات حرق هذه المخلفات ويجب الاهتمام عند اقامة أفران الاحتراق بأن يكون هناك جميع الأجهزة والمعدات الكفيلة بالتخلص من هذه الغازات والشوائب الضارة حفاظا على البيئة وصحة الانسان .

ونظرا للكميات الهائلة من المخلفات الصلبة والتى

يراد التخلص منها وما يتبعه من تكاليف مالية باهظة استخدمت طرق أخرى مكملة للطرق السابق ذكرها حيث يتم صنع بعض المنتجات المفيدة من هذه المخلفات فمن المعروف ان هذه المخلفات تشمل في بعض مكوناتها المواد المعدنية والزجاجية والورقية حيث تفرز كل نوع على حده فالمواد المعدنية يعاد استخدامها فى مصانع الحديد الصغيرة والمواد الزجاجية يعاد صهرها وتصنع منها أنواع رخيصة الثمن من الزجاجات الخضراء او البنية اللون والمواد الورقية يحضر منها الورق المستخدم في أغراض التعبئة والتغليف واطارات السيارات القديمة تستخدم فى صناعة المطاط والعظم فى تحضير مادة الغراء والفحم الحيواني ٠

وباستخدام هذه الطريقة يمكن التخلص من كميات كبيرة نسبيا من هذه المخلفات اضافة الى القيمة الاقتصادية لهذه المواد المنتجة مما يقلل كثيرا من تكاليف التخلص من هذه المخلفات ، وفى المناطق الريفية حيث تكثر المخلفات الزراعية والحيوانية والتى يطلق عليها الكتلة الحيوية (Biomass) يتم التخلص من هذه المخلفات بوضعها فى حفر خاصة ويعمل لها تجهيزات مناسبة حيث يتكون غاز الميثان (Methane) بفعل النشاط البكتيرى على هذه المخلفات ويطلق على غاز الميثان الناتج اسم البيوجاز (Biogas) حيث يستخدم فى أغراض التسخين واعداد الطعام لسكان المناطق الريفية ٠

وهنـــاك طريقـــة أخـــرى للتخلص من المخلفـــات الزراعيـــة والتى تشمل بقـــايا نبـــاتات القمح والأرز والذرة والبطاطس والبطاطا وقلف الأشجار حيث تنشأ بعض المصانع الصغيرة تستخدم هذه المخلفات وتجرى لها عمليات التخمر بواسطة أنواع خاصة من البكتريا حيث ينتج الكحول الايثيلى (Ethyl Alcohol) والذى يستخدم كوقود بالاضافة الى الاستخدامات المتعددة الأخرى .

وواضح أن هذه الطرق ذات أهمية خاصة حيث ان مصادر الوقود والطاقة فى العالم فى تناقص مســـتمر ولذلك نشأت الحاجة الى استغلال المخلفات الزراعية فى انتاج مواد للحصول على الطاقة حيث تتميز هذه المخلفات بأنها متجددة وبصورة دائمة وهنـــاك اســـتخدام آخـــر للمخلفـــات الزراعية حيث تســـتعمل فى صناعة علف الحيوانات حيث يتطلب الأمر تحويلها الى صورة قابلة للهضم وذات قيمة غذائية للحيوان ويتميز العلف الناتج باحتوائه على نسبة عالية من البروتين .

التلوث الصوتى والكهرومغناطيسى :

التلوث الصوتى (Sound Pollution)

التلوث الصوتى أو التلوث النـاتج عن انتشـار الضوضاء (Noise pollution) والتى تعتبر من أهم العناصر الطبيعية التى تحدث تلوثا فى البيئة المحيطة بهـا حيث تنتشر فى كل مكان وتحيط بالبشر فى كافة مجالات نشاطاتهم وأماكن تواجدهم سواء فى السـكن وفى أماكن العمل أو فى الطرق والميادين .

والضوضاء تحدث من مصـادر عـدة كالأصـوات الصادرة من السيارات والجرارات والتى تسير فى الطرق نهارا وليلا وبقية وسائل النقـل الأخـرى كالقطارات ومترو الانفاق اضافة الى الطائرات النفاثة (Jet Planes) شديدة الازعاج خاصة فى الأماكن القريبة من المطارات وهناك مصادر آخرى لحدوث الضوضاء تشمل المصانع وما تحدثه آلاتها من ضوضاء تتوقف شدتها على طبيعة كل مصنع كذلك الضوضاء الصادرة عن الآلات المستخدمة فى أعمال البناء والتشييد وما تسببه من ضيق وازعاج، ولا ننسى كذلك الضوضاء الصادرة من المحلات التجارية

والورش الصغيرة مثل أماكن اصلاح السيارات وأعمال النجارة والحدادة وغيرها من الأماكن التى أصبحت مصدرا لحدوث الضوضاء واحداث الضرر والازعاج للبشر المقيمين بالقرب من هذه الأماكن ونذكر أيضا الضوضاء التى تحدث أثناءالحفلات الموسيقية والمناسبات السعيدة كالأفراح واستخدام مكبرات الصوت والتى تؤثر على الأشخاص اللذين يرتادون هذه الأماكن ·

ونضيف كذلك الى ما سبق ذكره الضوضاء الناتجة من الأصوات العالية الصادرة من الأجهزة الكهربائية المختلفة مثل المكيفات والغسالات والخلاطات والمبردات اضافة الى أجهزة الراديو والتلفزيون والمسجلات والتى انتشرت بكثرة فى زماننا الحالى فى المنازل والمحلات التجارية وغيرها من الأماكن ·

وأخيرا نذكر ما يعرف بالضوضاء الخلفية (Background Noise) وهى الضوضاء التى تنتج من مصادر عدة مثل الضوضاء الناتجة من أصوات البشر فى الشوارع والطرقات ومحركات السيارات والطائرات وكافة وسائل النقل الأخرى وكذلك الأصوات الصادرة من أجهزة الراديو والمسجلات والتلفزيون وأصوات أخرى كثيرة غير معروفة مصدرها ، وهذه الضوضاء مجتمعة تختلط جميعها معا بصورة مستمرة وتكون ما يعرف بالضوضاء الخلفية وهذا النوع من الضوضاء يتوقف شدتها على

المكان الذى تصدر فيه حيث تزداد كثيرا فى الأماكن المزدحمة بالسكان وما يتبعه من ازدياد فى شدةالضوضاء بينما تقل فى الأماكن النائية والقليلة السكان والبعيدة عن مصادر الازعاج مثل المناطق الخلوية وفى الريف .

وقد وجد ان الانسان يعتاد على هذا النوع من الضوضاء بمرور الوقت حيث يشعر بها وخاصة الذين يقطنون فى المدن المزدحمة ولتوضيح ذلك فاننا نشعر بالهدوء والراحة والاسترخاء عندما ننتقل للاقامة فى الأماكن الخلوية قليلة السكان مثل الريف حيث يقل كثيرا هذا النوع من الضوضاء كذلك نشعر بأثر هذه الضوضاء الخلفية أثناء الليل حيث تهدأ الحركة وتخف كثيرا حدة الأصوات حيث نحس بضعف الأصوات وأقلها أثرا مثل صوت المنبه مثلا والذى لايكاد نسمعه أثناء النهار وذلك لاختفاء هذه الضوضاء ليلا .

وتقاس شدة الصوت (Sound Intensity) بوحدة دولية تعرف باسم ديسيبل (Decibel) ومدى هذا المقياس يبدأ من الصفر وينتهى الى ١٣٠ ويلاحظ حدوث الآلام الشديدة والازعاج عندما تصل شد ةالضوضاء الى ١٣٠ ديسيبل وقد اتفق العلماء على الحد الأقصى المأمون لشدة الضوضاء والمسموح بها وهو ٧٥ ديسيبل حيث ينبغى للانسان أن لايتعرض لأكثر من هذه الدرجة من شدة

الصوت حتى لا يتأثر سمعه ويتجنب الآثار الفسيولوجية الضارة لهذه الضوضاء .

وقد لوحظ أن أذن الانسان تتأثر وفقا لشدة الصوت التى تتعرض له ويزداد هذا التأثر بزيادة مدة التعرض لهذا الصوت وقرب المسافة من مصدره ويتأثر سمع الانسان عند تعرضه لشدة صوت أكثر من ٨٠ ديسيبل لعدة ساعات خلال يومه حيث تتأثر أعصاب السمع وأحيانا يصاب بالصمم (Deafness) ويفقد السمع تماما .

وعندما يتعرض الانسان لأصوات شديدة مثل صوت الطائرات النفاثة أو قذيفة مدفع يحدث له اضطرابات عصبية (Nervous Disturbances) ويتأثر الجهاز الدورى له حيث يرتفع ضغط الدم وتنقبض الشرايين والأوردة ويحدث اضطرابات فى النبض كما يصاب أيضا بالصداع والتوتر الشديد والشعور بالاجهاد المزمن (Prolonged Exhaustion) .

وقد لوحظ أيضا بعض الأثار الفسيولوجية الأخرى والتى تحدث فى جسم الانسان عندما يتعرض لفترات طوال للضوضاء حيث تؤثر فى افرازات الغدد للهورمونات فى الجسم وأيضا التأثير على الوظائف الفسيولوجية للمخ .

ويجدر بنا أن نذكر أن هذه الأثار الفسيولوجية عموما تختلف في شدتها من فرد الى آخر وفقا لعمره والحالة الصحية له كما تعتمد كذلك على شدة الصوت وزمن التعرض له والقرب أو البعد من مصدره ٠

وقد وجد العلماء منذ زمن قريب أن الأجنة في بطون أمهاتها تتأثر كذلك بالضوضاء وخاصة الجهاز العصبي لها ويقال ان السبب تأثر الأم وتوترها بهذه الضوضاء الأمر الذى يؤدى في النهاية الى تأثر الجنين ٠

ومن الأثار السيئة للضوضاء انها تؤثر سلبا على مدى تحصيل الطلاب للمواد الدراسية وما يستوعبونه من معارف وخاصة عندما تقع مدارسهم أو منازلهم بالقرب من مصادر الازعاج والضوضاء كذلك لا ننسى أيضا أثر الضوضاء وما تحدثه من أثار سيئة على كفاءة العاملين ونشاطهم أثناء تأدية أعمالهم في المكاتب والمصانع أو المدارس والمستشفيات وغيرها من أماكن العمل وذلك بما تسببه لهم من توتر واجهاد ٠

كذلك نذكر الأثار النفسية الناتجة عن الضوضاء مثل الشعور بالاكتئاب والتعرض للقلق والضيق الشديد الأمر الذى ينعكس سلبا على العلاقات الانسانية بين الأفراد ٠

كذلك لا يسعنا أن نذكر كذلك الضوضاء

وما تحدثه من أثار ضارة على الحيوانات حيث تقلل من كمية البانها وعلى الطيور فيقـل انتاجهـا من البيض وما يتبعه من خسائر مادية لأصحاب هـذه الحيـوانات والطيور .

وقد يتساءل البعض الا من سبيل في تجنب هـذه الضوضاء وبالتالى تلافى الأضرار الناتجة عنها ، فاننا نقول بأن تلافي التلوث الصوتى أو الضوضاء (Noise Control) فيتم بتطبيق بعض الاحتيـاطات اللازمة مثل خفض مصدر الصوت ووضع مواد ماصة للصـوت بين المصدر (Source) والمستقبل Recipient وهو اذن الانسان فخفض مصدر الضوضاء يتم باستخدام الآلات الأقل ازعاجا داخل المصانع وانشاء الطـرق السريعـة والمطارات والمصانع وغيرها مما يسبب الضوضاء بعيدا عن وسط المدن ، كما ينبغى الاهتمام بالتصرفات السوية للأفراد ونشر الوعى بينهم مثل استعمال آلات تنبيه في السيارات منخفضة الصوت مع الاقلال من اسـتعمالها الا للضرورة والتحـكم فى أصـوات أجهـزة الـراديو والتلفزيون والمسجلات داخـل المنازل وعـدم الأضرار بالجار ، كذلك داخل المحلات التجارية وخفض أصوات مكبرات الصوت وغيرها الكثير من مسـببات الضـوضاء والازعاج .

وفى النهاية فيجب حماية آذاننا عنـدما تتعرض

للضوضاء الشديدة وذلك باستخدام السدادات الواقية للأذن (Protective covers) أو بوضع أكفنا على أذاننا حماية لها من ضعف السمع أو الصمم ·

التلوث الكهرومغناطيسي : (Electromagnetic Pollution)

من المعروف أن الموجات الكهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves) توجد في كل مكان من سطح الكرة الأرضية حيث تنشأ من المحطات الاذاعية والتلفزيونية المنتشرة في كافة الدول وتنشأ كذلك هذه الموجات من الكثير من محطات القوى الكهربائية وشبكات ضغط الكهرباء الغالى والتى تنقل تيار الكهرباء من مكان الى آخر اضافة الى شبكات الميكروويف (Microwaves) والتى تستخدم فى الاتصالات اللاسلكية ·

وقد عكف العلماء فى بلدان كثيرة على دراسة أثر هذه الموجات الكهرومغناطيسية على صحة الانسان وما قد تسببه له من أضرار وهذه الدراسات مازالت والى الآن فى البداية ، الا انه يعتقد أن هذه الموجات الكهرومغناطيسية لها أثر ما فى الجهاز العصبى للانسان اضافة الى احتمال تأثيرها على بعض التفاعلات البيوكيميائية (Biochemical Reactions) داخل خلايا الجسم سواء فى الانسان أو الحيوان أو النبات ·

كما وجد أن الانسان يصاب بضعف فى بصره اذا عمل فترات طويلة أمام شاشات الحاسبات الالكترونية ·

التلوث بالمواد النووية :

نظرا للارتفاع المتزايد لاستهلاك الطاقة بكافة أنواعها على المستوى العالمي وما يتطلب ذلك من الاستخدام المكثف لمصادر الطاقة وبسبب التقدم العلمي والتكنولوجي والتطور المستمر في وسائل الانتاج الصناعي والزراعي الأمر الذى يعرض بعض الأنواع من الطاقة للنضوب مثل الطاقات الناتجة من الفحم الحجرى وزيت البترول والغاز الطبيعي ونتيجة لذلك فقد اتجه العلماء فى بلاد كثيرة لتطويع مصادر آخرى من الطاقة للاستخدام العملي فى الحياة اليومية حيث تمتاز بعدم نضوبها وانها دائمة ومتجددة ومن امثلتها الطاقة الشمسية (Solar Energy) وطاقة الرياح (Wind Energy) وهذه الأنواع من الطاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة ومن الطاقات المتجددة الأخرى الطاقة الناتجة من المخلفات النباتية والحيوانية والتى تعرف بالكتلة الحيوية (Biomass) وهي ذات فائدة عظيمة حيث تخلص البيئة من كمية كبيرة لا بأس بها من مسببات التلوث وأخيرا فهناك مصدرا هاما للطاقة وهي الطاقة النووية (Nuclear Energy) حيث يستفاد منها غالبا فى الحصول على

الطاقة الكهربائية اللازمة للصناعات وفى الاستخدامات المنزلية ·

ومن الطبيعى ـ مثل الأنواع الأخرى من الطاقة ـ أن يصاحب استخدام الطاقة النووية تلوث نووى واشعاعات قاتلة تهدد جميع الكائنات الحية من انسان وحيوان ونبات وأيضا الجماد ·

ومن المعروف أن جميع العناصر تتركب من ذرات متناهية فى الصغر وكل ذرة منها تتكون من نواه (Nucleus) تحتوى بداخلها على بروتونات (Protons) موجبة الشحنة ونيوترونات (Neutrons) متعادلة الشحنة · وبالتالى تكون النواه ذات شحنة موجبة ويختلف عددالبروتونات وكذلك النيوترونات من عنصر الى آخر وتحاط النواه بعدد من الالكترونات (Electrons) السالبة الشحنة تدور فى عدة مدارات حول النواه يختلف عددها وفقا لنوع العنصر ·

وحيث ان عدد البروتونات الموجبة داخل النواه يساوى عدد الكترونات السالبة حول النواه فان الذرة متعادلة كهربائيا (Neutral) .

بداية يلزم التفرقة بين نوعين من التفاعلات النووية (Nuclear Reactions) النوع الأول ويعرف بالتفاعل النووى الانشطارى (Nuclear Fission Reaction)

حيث يتم يقذف نواه (Nucleus) عنصر مشع (Radioacttive) مثل اليورانيوم (Uranium) بواسطة جسيم صغير مثل النيوترونات (Neutrons) حيث ينتج عناصر أخرى ذات وزن ذرى أقل بالاضافة الى جسيمات أخرى مثل النيوترونات ، علاوة على انطلاق كميات هائلة من الطاقة النوية (Nuclear Energy) تستخدم لأغراض شتى وذلك كما يتضح من المعادلة الكيميائية النووية الآتية :

$$^{235}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}KR + 3\,{}^{1}_{0}n + Energy$$

يورانيوم نيوترون باريوم كريبتون نيوترون طاقة نووية

والنوع الثاني يعرف بالتفاعل النووى الاندماجى (Nuclear Fusion Reaction) حيث يتم اندماج نواتين من نظائر الهيدروجين والتي يمكن الحصول عليها بالتحليل الكهربى للماء (Electrolysis) وهذه النظائر تشمل الديوتيريوم (Deuterium : $^{2}_{1}H$) والتريتيوم (Tritium ; $^{3}_{1}H$) وتكوين عنصر آخر مثل الهليوم (Helium : $^{4}_{2}Ne$) بالاضافة الى النيوترونات مع انطلاق كميات هائلة من الطاقة تفوق مثيلتها فى التفاعلات النووية الانشطارية ۰ والمعادلات الكيميائية النووية الآتية توضح هذه التفاعلات :

$$^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \xrightarrow{Heat} {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n + Energy$$

ديوتيريوم هليوم نيترون طاقة نووية

$$^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \xrightarrow{Heat} {}^{4}_{2}H + {}^{1}_{0}n + Energy$$

تريتيوم ديوتيريوم هليوم نيوترون طاقة نووية

ويجب أن نذكر هنا انه لحدوث التفاعل النووى الاندماجى يلزم له درجة عالية جدا تصل الى مليون درجة مئوية وللوصول الى هذه الدرجة العالية يلزم اجراء تفاعل نووى انشطارى يتبعه التفاعل النووى الاندماجى ومما هو جدير بالذكر ان هذا النوع من التفاعلات النووية الاندماجية يحدث كثيرا داخل الشمس كما ينبغى أن نذكر كذلك آن التفاعل الانشطارى هو الأساس لما يعرف بالقنبلة الذرية (Atomic Bomb) بينما التفاعل الاندماجى هو الأساس للقنبلة الهيدروجينية (Hydrogen Bomb) والتلوث النووى هو أخطر أنواع التلوث والتى يتعرض لها الانسان وذلك لما تحدثه من آثار مدمرة وأمراض قاتلة تهدد حياته بالفناء والاشعاعات النووية تشمل أشعة الفا (Alpha) وهى عبارة عن جسيمات تحمل شحنة موجبة وتتكون من اثنين من البروتونات واثنين من النيوترونات وأشعة بيتا (Beta) وهى جسيمات تحمل شحنة سالبة وتتكون من الالكترونات ذات الطاقة العالية وأيضا تشمل هذه الاشعاعات أشعة جاما (Gamma) وهى تتكون من اشعاعات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية ولها من الصفات مثل الأشعة السينية (X-Rays) وأخيرا الاشعاعات الناتجة من النيوترونات (Neutrons) وهى جسيمات متعادلة الشحنة .

وعندما يتعرض جسم الانسان للاشعاعات النووية يحدث تأينا للذرات المكونة لجزيئات وأنسجة الجسم البشرى مما يؤدى الى دمار هذه الأنسجة وبالتالى تعرض حياة الانسان لأخطر العواقب .

وتعتمد درجة الخطورة الناتجة من هذه الاشعاعات على عدة عوامل منها نوع هذه الاشعاعات وكمية الطاقة الناتجة منها والزمن الذى يتعرض له الجسم البشرى لهذه الاشعاعات ويوجد نوعان من الآثار البيولوجية لهذه الاشعاعات أولهما هو الأثرى الجسدى (Somatic) والذى يظهر غالبا خلال حياة الانسان الفرد حيث يصاب ببعض الأمراض الخطرة مثل سرطان الجلد وسرطان الدم (Leukaemia) واصابة العيون بالمياه البيضاء (Cataract) واصابة الكبد بالسرطان الكبدى بالاضافة الى نقص القدرة على الاخصاب .

والأثر الثانى لهذه الاشعاعات هو الأثر الوراثى (Genetic) والذى لا يظهر خلال حياة الانسان الفرد والذى تعرض لهذه الاشعاعات بل تظهر الآثار الضارة خلال الأجيال المتعاقبة للانسان وقد أوضحت الدراسات الطبية ذلك بوضوح والتى أجريت على الأفراد اليابانيين عند تعرضهم للاشعاعات النووية بعد القاء القنبلتين الذريتين على مدينتى هيروشيما ونجازاكى فى

شهر أغسطس عام ١٩٤٥ م مما أدى الى وفاة الآلاف من السكان واصابة آلاف آخرين بالحروق والتشوهات ووفاة الكثير منهم بعد ذلك بعدة سنوات نتيجة اصابتهم بالاشعاعات القاتلة وكذلك اصابة أحفادهم ببعض الأمراض الخطيرة والقاتلة .

ويجب أن نذكر فى هذا الصدد خطورة تعرض الأم الحامل للأشعة السينية (X-Rays) كوسيلة لتشخيص المرض أو علاجه حيث يؤدى تعرضها لهذه الاشعة الى ولادة الطفل المنغولى (Mongol Child) والذى يتميز بالتخلف العقلى .

والحد الأقصى المأمون للاشعاعات النووية الذى يجب ألا يتجاوزه الانسان فى تعرضه لهذه الاشعاعات هو ٥ ريم (REM) فى اليوم الواحد والريم وحدة لقياس كمية الاشعاع الممتص وهى تعادل (رنتجن) (Roentgen) واحد من الأشعة السينية (X-Rays) وتتكون كلمة (REM) من الأحرف الأولى من الكلمات الآتية :

(Roentgen Equivalent Man)

ويتعرض الانسان الى الكثير من مصادر الاشعاع فى الحياة اليومية .

ولا ننسى فى هذا الصدد تعرض الانسان المستمر للأشعة الكونية (Cosmic Rays) الصادرة من الفضاء الخارجى وتعرضه كذلك للاشعاعات الضارة خلال

تعامله مع النظائر المشعة (Isoptopes) وتطبيقاتها المختلفة سواء في مجالات الطب او الصناعة أو الزراعة ولا ننسى أيضا تعرض العاملين في المفاعلات النوويه ومن يعملون في بعض المناجم التي يستخرج منها خامات العناصر المشعة مثل الراديوم واليورانيوم لاضرار هذه الاشعاعات القاتلة •

ومن العوامل الرئيسية المسببة للتلوث النووى ما كان يحدث من الدول الكبرى من اجراء التجارب النووية وخاصة بعد الحرب العالمية الثانية حيث استخدمت هذه التجارب لعدة سنوات طوال بهدف تطوير الأسلحة الذرية وزيادة القوة التدميرية لها وقد أدت هذه التجارب الى انتشار كميات كبيرة من الغبار الذرى المشع في مناطق اجراء هذه التجارب كما تحمل الرياح بعض هذا الغبار المشع الى طبقات الجو العليا والذى يحتوى على بعض النظائر المشعة مثل السيزيوم ١٣٧ (Caesium-137) والاسترونشيوم ٩٠ (Strontium-90) والكربون ــ ١٤ (Carbon-14) واليود ١٣١ (Iodine-131) وغيرها من النظائر والتي يستمر نشاطها الاشعاعي فترة طويلة من الزمن ليتساقط فوق كثير من المناطق البعيدة عن الموقع الأصلي لهذه التجارب ، حيث تلوث الهواء والماء والغذاء وتتخلل دورة السلسلة الغذائية (Food Chain) حيث تنتقل هذه النظائر المشعة القاتلة

من النبات الى الحشرات ثم الى الطيور والحيوانات وأخيرا تصل الى الانسان حيث تتركز فى أماكن مختلفة من جسمه فمثلا الكالسيوم والاسترنشيوم يتركزان فى العظام ويتركز اليود فى الغدة الدرقية بينما يتركز نظائر النحاس والزرنيخ فى مخ الانسان ، ومما يزيد من الأضرار الناتجة عن التلوث النووى ان أغلب النظائر المشعة (Isotopes) يستمر النشاط الاشعاعى لها فترة طويلة من الزمن الأمر الذى يضاعف كثير من الآثار الضارة لهذا التلوث على كافة عناصر البيئة ٠

وهذا النشاط الاشعاعى للنظائر المشعة يقاس زمنيا بما يعرف فترة نصف العمر (Half Life Period) وهو الزمن اللازم لتحلل نصف انوية العنصر المشع ، فمثلا عنصر الراديوم المشع (Radium) فترة نصف العمر له ١٥٩٠ عاما (ألف وخمسمائة وتسعون عاما) فاذا كان لدينا جرام واحد منه فان هذا الوزن يحتاج الى ١٥٩٠ عاما ليصبح نصف جرام حيث يتحول الى عنصر مشع آخر هو الراديون (Radon) ويحتاج أيضا الى ١٥٩٠ عاما أخرى ليصبح وزنه ربع جرام كذلك ١٥٩٠ عاما أخرى ليصبح وزنه ثمن جرام وهكذا يستمر النشاط الاشعاعى لهذه العناصر ٠ وواضح مما سبق انه كلما زاد زمن فترة نصف العمر للعنصر المشع ازداد بالتالى الزمن الذى يستمر فيه النشاط الاشعاعى له ،

والطاقة النووية ليست كلها مخاطر وأضرار تصيب البشر ومختلف الكائنات ولكنها لها فوائد عديدة اذ أحسن استخدامها في نفع الانسان ورفاهيته ومن هذه المنافع العظيمة الاثر هو توليد الطاقة النووية وتحويلها الى طاقة كهربائية بواسطة ما يعرف بمحطات القوى النووية ويجدر الاشارة فى هذا المقام ان الطاقة الكهربائية يمكن الحصول عليها بواسطة المحطات الحرارية والتى تعمل بالوقود العادى مثل ألفحم والبترول والغاز الطبيعى أو بواسطة محطات القوى النووية ولكل وسيلة منها منافع وأضرار فالمحطات الحرارية ليس لها حوادث تذكر بالمقارنة لما قد يحدث للمفاعلات النووية وتسرب الاشعاعات النووية الى الأماكن القريبة من هذا المحطات بالاضافة الى الآخطار الناتجة عن النفايات النووية والتى تنتج من هذه المحطات وصعوبة التخلص منها وأخيرا نذكر التلوث الحرارى الذى ينتج من هذه المحطات وآثاره الضارة على عناصر البيئة فى المناطق القريبة منها ..

وفى المقابل فان المحطات النووية أقل تكلفة اقتصادية من المحطات الحرارية فى انتاجها للكهرباء ، كما أن المحطات الحرارية تزيد من تلوث الهواء نتيجة لاحراقها للوقود وانطلاق كميات كبيرة من غازات أول وثانى اكسيد الكربون وثانى اكسيد الكبريت وبالتالى

تسبب الكثير من الأضرار البيئية للمناطق القريبة منها اضافة الى ذلك فان الوقود المستخدم في هذه المحطات من فحم وبترول وغاز طبيعي سوف ينضب بعد عشرات من السنين القادمة وهي فترة زمنية قصيرة في عمر الزمن مقارنة بالوقود النووى حيث يستخدم بكميات قليلة بالمقارنة بالوقود العادى اضافة الى بقائه مئات من السنين الطوال ٠

والمفاعلات النووية قد تقع لها بعض الحوادث والتى تؤدى الى كوارث بيئية شديدة الضرر ويستمر تأثيرها لعدة سنوات وخاصة اذا كانت المنطقة المحيطة بمكان الحادث يقطنها الكثير من السكان ٠

ونذكر في هذا الصدد الحادث المعروف باسم ثرى مايل ايلاند الذى حدث فى مارس عام ١٩٧٩ م فى ولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيث كانت الآثار الناتجة عنه كانت محدودة نسبيا لموقعه فى منطقة بعيدة عن العمران ٠ ونذكر أيضا الحادث الذى وقع لأحدالمفاعلات النووية فى ويستفاليا بألمانيا الغربية عام ١٩٨٥م وأدى الى تسرب الاشعاعات الى مناطق بعيدة عن مكان الحادث ٠

وأخيرا فاننا نذكر الحادث الكبير الذى وقع للمفاعل النووى فى تشونوبيل بالاتحاد السوفييتى فى ابريل عام ١٩٨٦م والذى نتج عنه تكون كميات ضخمة من الغبار المشع انتشرت فى مناطق كثيرة من دول أوروبا حتى

أدت الى تلوث بيئى شديد لكافة الكائنات من نبات وحيوان وانسان ومما يؤكد ان الغبار الذرى المشع الناتج عن هذا الحادث وجد انه يحتوى على العديد من النظائر المشعة مثل : اليود ــ ١٣١ والسيزيوم ــ ١٣٤ ونظيره السيزيوم ــ ١٣٧ والباريوم ــ ١٤٠ بالاضافة الى الاسترونشيوم ــ ٩٠ وغيرها من العناصر المشعة الضارة ٠

وقد أدى اقامة المحطات النووية وانتشارها في كثير من الدول الى ظهور أحد المشاكل الخطيرة ذات التأثير الضار على كافة عناصر البيئة من هواء ومياه وأرض زراعية وغيرها وهى ما يعرف بالنفايات النووية اضافة الى البحث عن أفضل السبل للتخلص منها فهذه النفايات الضارة تنتج اما عند استخراج خام اليورانيوم وتركيزه لتحضير الوقود النووى أو تنتج من الوقود المستهلك فى التفاعلات النووية وبعضها ينتج من المحطات النووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية وأخيرا النفايات النووية الناتجة من تصنيع الأسلحة الذرية والنووية ويقاس النشاط الاشعاعى لهذه النفايات بما يعرف بالكورى (Curie) وهو النشاط الاشعاعى الذى ينتج من جرام واحد من عنصر الراديوم ــ ٢٢٦ (Radium-226) ويتوقف الأثر الضار لهذه النفايات وما تسببه من أضرار جسيمة بعناصر البيئة على مصدر تكوينها فالنفايات الصادرة من استخراج خام اليورانيوم وتركيزه لتحضير الوقود تتكون بكميات كبيرة تتميز بضعف الاشعاعات

الصادرة منها الا أن نشاطها الاشعاعى يستمر لمدة طويلة من الزمن بسبب احتوائها على عنصر الراديوم ـ ٢٢٦ .

أما النوع الآخر من هذه النفايات فهي التى تنتج من المفاعلات النووية داخل المحطات النوويه حيث تنتج نفايات ضعيفة أو متوسطة فى قوة اشعاعها حيث تشع اشعاعات بيتا وجاما (Beta and Gamma Rays) وهذه الاشعاعات ليس لها خطورة كبيرة لصغر حجمها النسبى واخرى قوية الاشعاع تشمل الكثير من النظائر المشعة الثقيلة والتى تشع جسيمات الفا (Alpha Particles) و أمثلتها النبتونيوم (Neptonium) والبلوتونيوم (Plutonium) وهذه النظائر عالية النشاط الاشعاعى وذات فترة عمر النصف فائقة الطول حيث يستمر نشاطها الاشعاعى لفترة طويلة جدا من الزمن .

ويتم التخلص من هذه النفايات النووية بعدة طرق تختلف وفقا لقوة الاشعاعات الصادرة منها فالنفايات ذات الاشعاعات الضعيفة أو المتوسطة توضع بعد تبريدها فى باطن الأرض حيث تحاط بطبقة من الأسمنت أو الصخور وأحيانا تقوم بعض الدول بالقائها بكميات صغيرة فى مياه البحار أو المحيطات .

أما النفايات ذات الاشعاعات القوية فيمكن التخلص منها بغمرها فى الماء لتبريدها ثم تدفن على عمق كبير

في باطن الأرض وفي أماكن بعيدة عن العمران .

وهناك طريقة حديثة للتخلص من النفايات النووية قوية الاشعاع والتي يستمر نشاطها الاشعاعي فترة طويلة جدا من الزمن حيث يتم حفظ هذه النفايات في مواد عازلة مثل الخزف أو الزجاج من نوع البوروسليكات وتتلخص هذه الطريقة في خلط النفايات النووية مع مادة مكلسة ثم تصهر عند درجة حرارة عالية ثم يصب الخليط المنصهر في عدة أوعية من الصلب غير قابل للصدأ (Stainless Steel) ويبرد جيدا ثم تقفل هذه الأوعية اقفالا محكما مع ازالة ما قد يكون على سطحها الخارجي من آثار اشعاع وذلك بغسلها جيدا بالماء وأخيرا تدفن هذه الأوعية الصلبة في أعماق كبيرة تحت سطح الأرض مع أخذ احتياطات الأمنية اللازمة لأنها تظل مصدرا للأخطار لفترة طويلة من الزمن .

وأخيرا نود أن نذكر نوعا آخر من التلوث تسببه المحطات النووية وما يحدثه من آثار خطرة وهو ما يعرف بالتلوث الحراري وهو ينشأ عندما تستخدم هذه المحطات والتي تقام عادة بجوار شواطيء البحار أو البحيرات كميات كبيرة من المياه لتبريد مفاعلاتها النووية ثم القاء هذه المياه الساخنة في البحار أو البحيرات وبالتالي ترتفع درجة حرارتهما حيث تحدث الاخلال بالنظام البيئي (Ecosystem) والأضرار بكافة الأحياء المائية التي تعيش في هذه المياه ويفسر ذلك بأن ارتفاع حرارة

المياه يقلل من نسبة الاكسوجين المذاب فى الماء واللازم لحياة الكائنات البحرية التى تعيش فى هذه المياه ٠

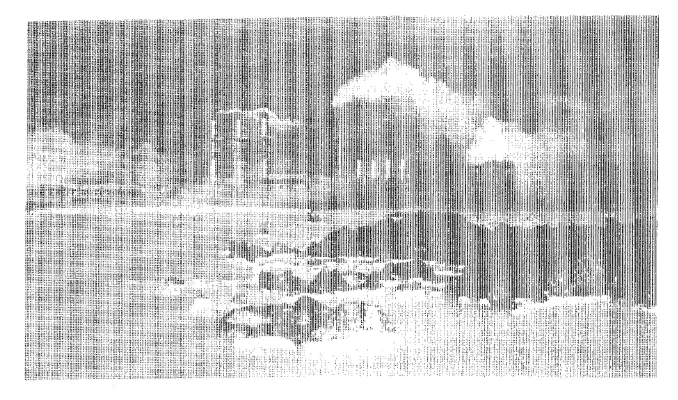
وللتغلب على هذه المشكلة وضعت بعض الدول قوانين خاصة تلزم هذه المحطات بتبريد المياه الساخنة قبل القائها فى البحار أو البحيرات كما ان بعض المحطات انشأت لها بحيرات صناعية تستخدمها لأغراض التبريد ونضيف كذلك انه من بين الطرق التى تستخدم للتغلب على مشكلة التلوث الحرارى هو استخدام المياه العميقة فى البحار فى أغراض التبريد والتى تكون درجة حرارتها أقل كثيرا من حرارة المياه السطحية وعند استخدامها فان درجة حرارتها لن تزيد كثيرا وبالتالى لن يكون هناك فرق يذكر بين درجة حرارتها ودرجة حرارة المياه السطحية والتى تلقى فيها ، وهكذا يمكن الحفاظ على النظام البيئى لهذه المياه ٠

خاتمـــة :

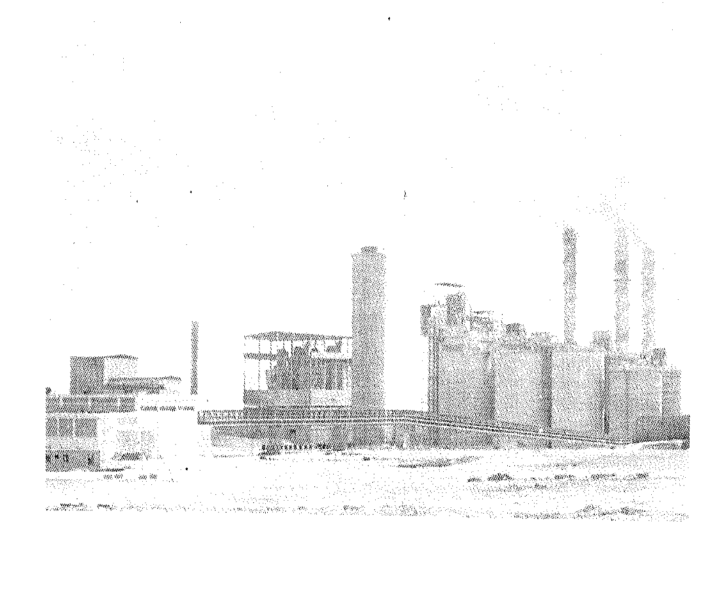
وبعد وقد استعرضنا آثر التلوث البيئى بأنـــواعه المختلفة على كافة عناصر الطبيعة من هواء وأرض ومياه وما يسببه من أضرار خطيرة ومدمرة على كافة المخلوقات من انسان وحيوان ونبات وأيضا الجماد .

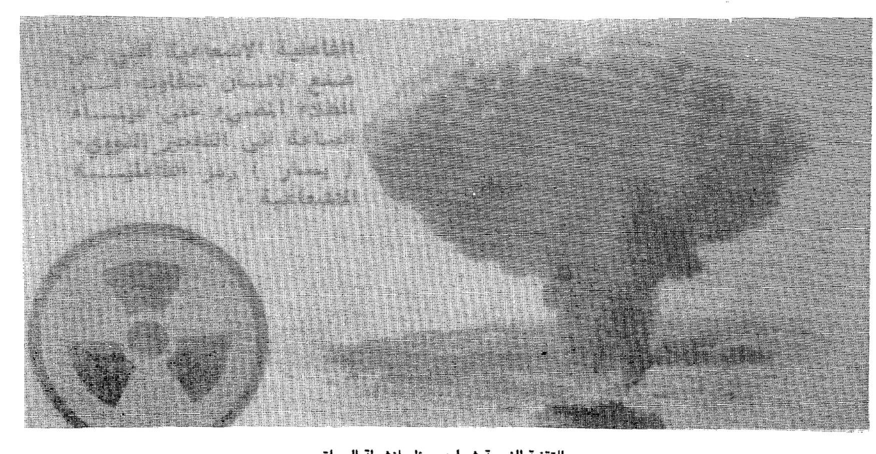
فقد لزم الأمر أن تتضافر كافة الجهود سواء على مستوى الانســان الفرد أو الجـماعات أو الدول كافة لدرء هذا الخطر المحدق بنا جميعا فوق كوكبنا الأرضى وذلك بالتعاون الوثيق واتباع كافة السبل فى القضــاء على كافة مسببات التلوث البيئى حتى يتسنى للبشرية جمعــاء الحيــاة الأفضــل فى ظلال قيم الحب والخــير والجمال .

الاشكال

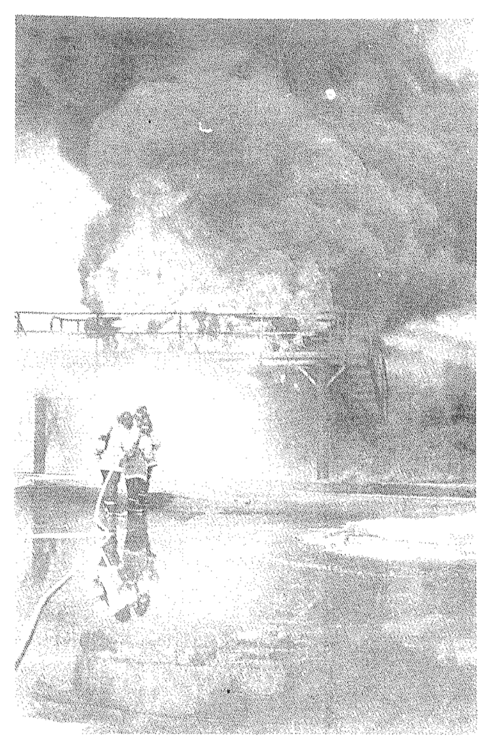


- «الطاقة الحرارية الارضية» ماسيسموليوبيدى

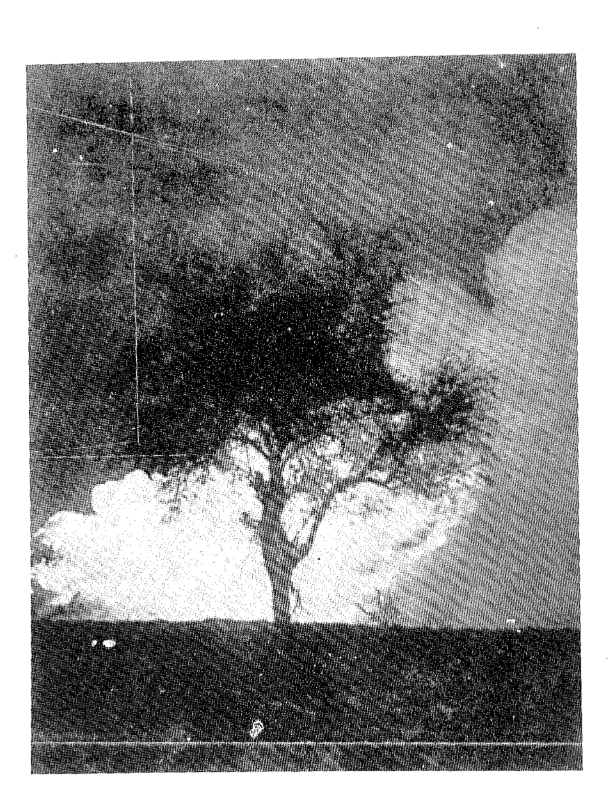


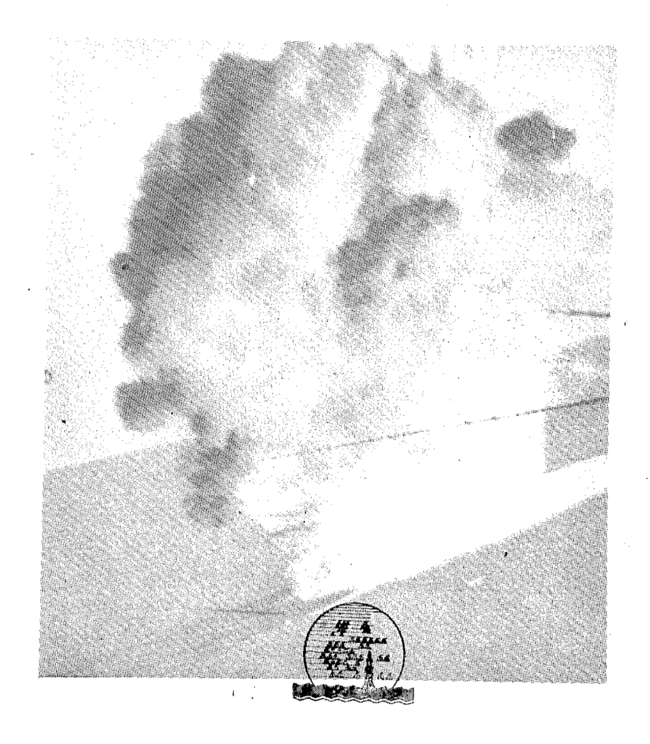


ـ التقنية النووية شملت معظم انشطة الحياة.



ثالث أكبر حادث للتلوث النفطي : تحطم الناقلة الليبيرية «برابر».





الفهـــــرس

الموضـــوع	الصفحة

صدر من هذه السلسلة :

١ ــ الكومبيوتر	تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
٢ ــ النشرة الجوية	تأليف د. محمد جمال الدين الفندى
٣ ــ القمـــامة	تأليف د. مختار الحلوجى
٤ ــ الطاقة الشمسية	تأليف د. ابراهيم صقر
٥ ــ العلم والتكنولوجيا	تأليف د. محمد كامل محمود
٦ ــ لعنة التلوث	تأليف م. سعد شعبان
٧ ــ العلاج بالنباتات الطبية	تأليف د. جميلة واصل
٨ ــ الكيمياء والطاقة البديلة	
٩ ــ النهـــر	تأليف د. محمد نبهان سويلم
١٠ ــ من الكمبيوتر الى	تأليف د. محمد فتحى عوض الله
السوبر كمبيوتر	تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
١١ ــ قصة الفلك والتنجيم	تأليف د. محمد جمال الدين الفندى
١٢ ــ تكنولوجيا الليزر	تأليف د. عصام الدين خليل حسن
١٣ ــ الهـــرمون	تأليف د. سينوت حليم دوس
١٤ ــ عودة مكوك الفضاء	تأليف م. سعد شعبان
١٥ ــ معالم الطريق	تأليف م. سعد الدين الحنفى ابراهيم
١٦ ــ قصص من الخيال العلمى	تأليف د. رؤوف وصفى
١٧ ــ برامج للمبيوتر بلغة البيزيك	تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
١٨ ــ الرمال بيضاء وسوداء وموسيقية	تأليف د. محمد فتحى عوض الله
١٩ ــ القوارب للهواة	تأليف شفيق مترى
٢٠ ــ الثقافة العلمية للجماهير	تأليف جرجس حلمى عازر

٢١ ـ أشعة الليزر والحياة المعاصرة	تأليف د. محمد زكى عويس
٢٢ ـ القطاع الخاص وزيادة الانتاج في المرحلة القادمة	تأليف د. سعد الدين الحنفى
٢٣ ـ المريخ الكوكب الأحمر	تأليف د. منير أحمد محمود حمدى
٢٤ ـ قصة الأوزون	تأليف د. زين العابدين متولى
٢٥ ـ قصص من الخيال العلمي ج ٢	تأليف رؤوف وصفى
٢٦ ـ الـــذره	تأليف د. م ابراهيم على العيسوى
٢٧ ـ قصة الرياضة	تأليف على بركه
٢٨ ـ الملوثات العضوية	تأليف محمد كامل محمود
٢٩ ـ ألوان من الطاقة	تأليف عبد اللطيف أبو السعود
٣٠ ـ صور من الكون	تأليف زين العابدين متولى
٣١ ـ الحاسب الالكترونى	تأليف محمد نبهان سويلم
٣٢ ـ النيـــل	تأليف محمد جمال الدين الفندى
٣٣ ـ الحرب الكيماوية ج ١	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام د. عبد الفتاح محسن بدوى د. محمد عبد الرازق الزرقا
	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام د. محمد عبد الرازق الزرقا د. عبد الفتاح محسن بدوى
٣٥ ـ البصرة والبصيرة	تأليف : طلعت حلمى عازر
٣٦ ـ السلامة في تداول الكيماويات	د. سمير رجب سليم
٣٧ ـ التلوث الهوائى والبيئة ج ١	د. طلعت الأعوج

٣٨ ـ التلوث الهوائى والبيئة جـ ٢ — د. طلعت ابراهيم الأعوج
٣٩ ـ التلوث المائى جـ١ — د. طلعت ابراهيم الأعوج
٤٠ ـ التلوث المائى جـ٢ — د. طلعت ابراهيم الأعوج
٤١ ـ نعيش لنأكل أم نأكل .نعيش — د. محمد ممتاز الجندى
٤٢ ـ أنت والدواء — صيدلى / أحمد محمد عوف
٤٣ ـ اطلالة على الكون — د. زين العابدين متولى
٤٤ ـ من العطاء العلمي للاسلام — د. محمد جمال الدين الفندى
٤٥ ـ مسائل بيئية — د. رجب سعد السيد
٤٦ ـ البث الاذاعى والتليفزيونى المباشر جـ١ — جلال عبد الفتاح
٤٧ ـ البث الاذاعى والتليفزيونى المباشر جـ٢ — جلال عبد الفتاح
٤٨ ـ صفحات مضيئة من تاريخ مصر جـ١ — محمود الجزار
٤٩ ـ صفحات مضيئة من تاريخ مصر جـ٢ — محمود الجزار
٥٠ ـ جيولوجيا المحاجر — جيولوجى / نور الدين زكى محمد
٥١ ـ الاستشعار عن بعد جـ ١ — د. سراج محمد محمد
٥٢ ـ الاستشعار عن بعد جـ ٢ — د. سراج محمد محمد
٥٣ ـ الردع النووى الاسرائيلى — د. ممدوح حامد عطية
٥٤ ـ البترول والحضارة — د. توفيق محمد قاسم
٥٥ ـ حضارات أخرى فى الكون — جـــلال عبد الفتاح
٥٦ ـ دليلك الى التفوق فى الثانوية العامة — سامية فخرى
٥٧ ـ التلوث مشكلة اليوم والغد — د. توفيق محمد قاسم

العدد القادم

٥٨ ـ انهيار المبانى — تأليف جرجس حلمى عازر

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ٢٦٢٢ / ١٩٩٥

ISBN - 977 - - 01 - - 4337 - - 5

التلوث البيئى يمثل أحدى المشكلات الهامة التى تواجهنا فى حياتنا المعاصره نتيجة النشاط المتزايد للانسان فى كافة مجالات الحياه، ومن المعروف ان البيئة هى ذلك الجزء من كوكبنا المحيط بالانسان، فالهواء الذى يتنفسه الانسان والحيوان والماء الذى نحيا خاص به، والأرض التى يعيش فوقها كافة المخلوقات وما يوجد فى الطبيعة من جماد هى جميعها تشكل عناصر البيئة المحيطة بنا .

٢١ قرش

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب